



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación



Acreditación
Institucional de
ALTA CALIDAD

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PRESUPUESTO DE LA ESTRUCTURA EN
CONCRETO DEL CENTRO DÍA SAN DAVID DESDE DISEÑO REALIZADO EN
AUTOCAD Y EN CONTRASTE CON REVIT**

ANA MILENA RAMOS SÁNCHEZ

RAFAEL ORLANDO OSPINA CELY

ASPIRANTES A LA ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE OBRAS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRA

BOGOTÁ D.C; JUNIO 2020



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
1. GENERALIDADES	10
1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	11
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.2.1 Antecedentes del problema	11
1.2.2 Pregunta de investigación	12
1.2.3 Variables del problema	12
1.3 JUSTIFICACIÓN	13
1.4 OBJETIVOS	14
1.4.1 Objetivo general	14
1.4.2 Objetivos específicos	14
2 MARCOS DE REFERENCIA	15
2.1 MARCO CONCEPTUAL	15
2.1.1 AutoCAD	15
2.1.2 REVIT	15
2.1.3 BIM (Building Information Modeling)	16
2.1.4 Navisworks	17

2.2	MARCO TEÓRICO	18
2.3	MARCO GEOGRÁFICO	18
2.4	MARCO DEMOGRÁFICO	19
2.5	ESTADO DEL ARTE	19
2.5.1	Diseño Arquitectónico	20
2.5.2	Ingeniería civil	20
3	METODOLOGÍA	24
3.1	FASES DEL TRABAJO DE GRADO	24
3.2	INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS	24
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	26
3.4	ALCANCES Y LIMITACIONES	26
3.5	CRONOGRAMA	27
3.6	PRESUPUESTO	28
4	PRODUCTOS A ENTREGAR	29
5	ENTREGA DE RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTOS	30
5.1	APORTE DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS	61
5.1.1	Gerente público	63
5.1.2	Gerente consultora	63
5.1.3	Gerente constructora	65

5.2	CÓMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS	65
5.3	ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN	68
5.3.1	Constructora	68
5.3.2	Consultoría	70
5.3.3	Análisis comparativo	73
5.3.4	Panorama General	75
6	CONCLUSIONES	76
7	RECOMENDACIONES	80
8	BIBLIOGRAFÍA	81
	ANEXOS	84

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 VARIABLES DEL PROBLEMA.....	13
FIGURA 2 AUTOCAD	15
FIGURA 3 REVIT.....	16
FIGURA 4 BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)	17
FIGURA 5 NAVISWORKS.....	17
FIGURA 6 LOCALIDADES DE BOGOTÁ.....	18
FIGURA 7 LÍNEA DE TIEMPO ESTADO DEL ARTE.....	23
FIGURA 8 FASES DE TRABAJO.....	24
FIGURA 9 FASES DE TRABAJO.....	25
FIGURA 10 HERRAMIENTAS A UTILIZAR.....	26
FIGURA 11 CRONOGRAMA.....	27
FIGURA 12 NIVEL DE DETALLE	29
FIGURA 13 PLANO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DEL PROYECTO CDSD.....	30
FIGURA 14 CANTIDADES AUTOCAD	31
FIGURA 15 PROCEDIMIENTO LÓGICO USO DE AUTOCAD	40
FIGURA 16 ETAPAS BIM INVOLUCRADAS.....	41
FIGURA 17 MODELACIÓN EN REVIT DEL PROYECTO CDSD FUENTE AUTORES.....	42
FIGURA 18 - EXPORTACION A NAVISWORKS	43
FIGURA 19 - HERRAMIENTA QUANTIFICATION	44
FIGURA 20 - CREACION DE CATALOGO.....	45
FIGURA 21- CREACION DE CATALOGO	47
FIGURA 22 VISTA 3D REVIT PROYECTO CENTRO DIA SAN DAVID	48
FIGURA 23 LISTA DE PLANOS.....	60
FIGURA 24 - MATERIALES A UTILIZAR	61
FIGURA 25 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA GERENCIA DE OBRA.....	62
FIGURA 26 ENTREGABLES - CONTRATO	63
FIGURA 27 - RELACION COSTO - TIEMPO	64
FIGURA 28 -GRÁFICA DIFERENCIA ECONÓMICA	67

FIGURA 29 - GRÀFICA DIFERENCIA CANTIDADES	67
FIGURA 30 - PREGUNTA 7 Y 12 - CONSTRUCTORA	69
FIGURA 31- PREGUNTA 14 ENCUESTA - CONSTRUCTORA	70
FIGURA 32 - PREGUNTA 7 Y 12 - CONSULTORIA.....	71
FIGURA 33 - PREGUNTA 14 - CONSULTORIA	72
FIGURA 34 – GRÀFICA RESUMEN PREGUNTA 6.....	73
FIGURA 35- GRÀFICA RESUMEN PREGUNTA 6	74
FIGURA 36- GRAFICA PREGUNTA 4.....	75
FIGURA 37- GRAFICA PREGUNTA 16.....	75
FIGURA 38 - BARRA DE DIFERENCIA TIEMPOS DE RECURSOS	77
FIGURA 39 - BARRA DIFERENCIA EN GASTOS DE RECURSOS	78

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 - PRESUPUESTO PROYECTO DE GRADO	28
TABLA 2 - ENTREGABLES DE PROYECTO	29
TABLA 3- MEMORIA CANTIDADES ZAPATAS	32
TABLA 4- MEMORIA DE CANTIDADES VIGAS DE CIMENTACION.....	33
TABLA 5 - MEMORIA DE CANTIDADES MUROS DE CONTENCIÒN.....	34
TABLA 6 - MEMORIAS DE CANTIDADES VIGAS AEREAS	38
TABLA 7 - MEMORIA DE CANTIDADES MURO PANTALLA.....	38
TABLA 8 - MEMORIA DE CANTIDADES DE LOSAS	38
TABLA 9 - MEMORIA DE CANTIDADES COLUMNAS	40
TABLA 10 - MEMORIA DE CANTIDADES NAVISWORKS	59
TABLA 11- COSTOS DE RECURSOS	64
TABLA 12- CUADRO COMPARATIVO BIM VS AUTOCAD	66
TABLA 13 - RESUMEN PREGUNTA 6	73
TABLA 14 - RESUMEN PREGUNTA	74

RESUMEN

Se presenta la conceptualización de forma teórica del avance de dos tecnologías puntuales que han impactado el mundo del diseño y/o modelamiento en proyectos, específicamente proyectos de obras civiles; contemplando de esta manera espacios de tiempo en los que ha presentado como verdaderos impactos sociales, corporativos y organizacionales, estos parámetros de influencia incluyen especificaciones relacionadas en términos de costo, tiempo y alcance.

La evaluación de este análisis estructural solo contempla las cantidades de concreto que se determinan a partir de un caso tipo de un proyecto real que ya se encuentra construido por el distrito, es decir que es una obra pública (del estado) Y se encuentra y la edificación en la actualidad se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá.

El análisis incluye afectaciones en el presupuesto por extracción de materialidad del concreto al realizarlas en AutoCAD o por medio de metodología BIM, así como también la afectación en presupuestos debido a la implementación de estas herramientas. Se establece un panorama de perspectiva social de dos departamentos de diseño respecto al uso de estos programas y de las direcciones en implementación de los mismos.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo documentado y el análisis comparativo de las cantidades de concreto que se realizó en el Proyecto Centro Día San David, - para este caso los materiales y mano de obra representan gran influencia en el presupuesto -, se determina un estudio que permite realizar una comparación, en la que se identifican los diferentes modelos de implementación de software de diseño, como lo son el AutoCAD, como método convencional, el REVIT y NavisWorks con dos programas pertenecientes a la metodología BIM, estableciendo su uso funcional en organizaciones estatales.

El enfoque en proyectos de carácter público, se debe a la identificación que hace parte de los compromisos del estado en cuanto a la cadena presupuestal y planeación en la contratación; el gasto público social depende de la solución que se brinda para las necesidades básicas insatisfechas, la programación o cronograma tanto de funcionamiento como en inversión (Minhacienda & Otros, 2019), se estima identificar de forma general el proceso de implementación o no de software AutoCAD o de la metodología influye en el aporte a la eficiencia, la posible asignación de estos recursos a proyectos relacionados con la obra civil. En este estudio de caso a desarrollar (Centro Día San David), se evalúa el porcentaje de acierto que podría generar una reducción, en el presupuesto de la estructura y en el tiempo de ejecución de esta, partiendo desde la implementación del AutoCAD y de herramientas propias de la metodología BIM, como los son REVIT y NavisWorks.

La ubicación de la muestra de estudio es la ciudad de Bogotá, donde se contemplan las diferencias que se tendrían en el término presupuestal de la infraestructura de concreto.

1. GENERALIDADES

1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Antecedentes del problema

Es muy amplia la cantidad de especificaciones y de factores que intervienen en la etapa de la planeación de un proyecto, también llamada etapa de anteproyecto, entre ellos se encuentra la relación entre los diseños, que establecen parámetros inicialmente arquitectónicos y estructurales. El procedimiento de la realización de estos diseños, incluye la utilización de metodologías partiendo desde el uso de herramientas, las cuales permiten la expresión de la creatividad como lo es a mano alzada (García, 2004), hasta la implementación de software de apoyo como el AutoCAD, el cual dispone de gran número de herramientas que facilitan el dibujo (Villanueva, 2018); también de plataformas como BIM que permiten tener un mejor control del proyecto en cada una de sus etapas (Melo, 2012).

Desde hace 25 años el software AutoCAD hizo parte del cambio en el mundo del diseño, (Martín, 2008), su primera aparición se da en el año 1982 y se reconoce a nivel mundial por tener amplias capacidades de edición, permitiendo el dibujo digital y la recreación de las imágenes en tercera dimensión (Erazo & Adriana Lema, 2013); en el año 2005 Autodesk decide lanzar AutoCAD 2005, el cual cumplía con tener la función principal del ahorro de los recursos, mejorando los procesos que influyen de forma directa en el diseño (Ortega, 2004).

Sin embargo, debido a que el sector de la construcción ha venido presentando desarrollo y crecimiento, se dio la necesidad de proceder a implementar nuevas herramientas de gestión de la información, como el sistema BIM (Building Information Modeling), facilitando la integración y control de todas las fases que intervienen en un proyecto de obra civil (Abril et al., 2006). Por medio de sus herramientas, el modelamiento BIM contempla todos los componentes que intervienen de manera interdisciplinar en un proyecto (Forero et al., 2019).

Por otro lado, optimizar las funciones de administración y gerenciamiento de los proyectos de construcción. Es otra de las ventajas de la actualización realizada por Autodesk, y que hace parte de la implementación de la metodología BIM, incluyendo los programas de REVIT y de NavisWorks (Velandia Ardila, 2008).

1.2.2 Pregunta de investigación

Una de las problemáticas que hay en Colombia, radica en el poco avance tecnológico y por ende un leve aumento en las competencias, que puedan llegar a ser desarrolladas por esta causa (Castellanos Domínguez et al., 2009); adicional a esto, la importancia de comprender la complejidad de la gestión de los proyectos desde la toma de decisiones, la planeación y mantener el control de un proyecto (San Cristóbal et al., 2018).

Por otro lado, los diseños de un proyecto, son el medio más sencillo de transmitir la información de relación y unificarla en medios digitales, genera practicidad al momento de transmitirla y realiza actualizaciones en tiempo real (Liébana Carrasco & Gómez Navarro, 2015); se establece la necesidad de analizar de forma general, una de las maneras en que esto pueda llegar a afectar el campo de la construcción, verificando una posible solución que mejore estas condiciones; en consecuencia se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las afectaciones de la estructura de concreto, en el presupuesto de un caso tipo, de acuerdo a la metodología con la que se desarrolla BIM Vs AutoCAD?

1.2.3 Variables del problema

En la siguiente figura se identifican las diferentes variables del problema en cuanto al atraso tecnológico las competencias actuales, las cuales se requiere determinar en las empresas constructoras actualmente, la comprensión de la complejidad de un proyecto enfocado a gestionar un plan o cronograma adecuado y lo más cercano posible a la realidad, focalizado en la información en tiempo real donde se evidencia cambios o correcciones a implementar.

La figura 1 representa las variables de afectación para las problemáticas planteadas en la planeación de proyectos, desde el contexto que se visualiza en el caso tipo y partiendo desde el material a examinar que para el caso de este proyecto solo aplicaría en el concreto.

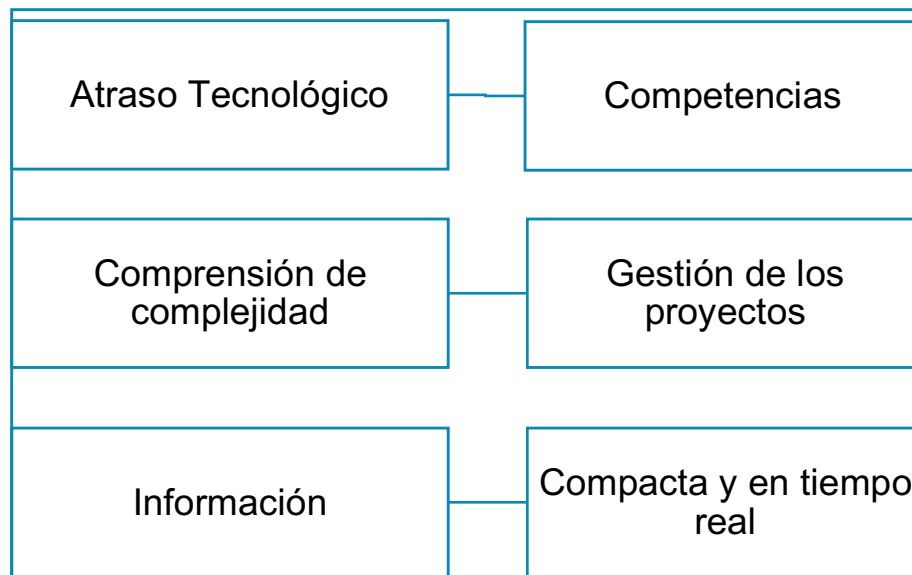


Figura 1 Variables del problema

Fuente, Autores

1.3 JUSTIFICACIÓN

El propósito de estudio del caso a desarrollar “Centro día San David”, se da a partir de la motivación de comprender la importancia de la implementación de las nuevas tecnologías, que están generando impactos de innovación en el sector de la construcción, específicamente la implementación de algunas herramientas que incluye el BIM como lo son REVIT y Navisworks, esto con el propósito de observar y analizar las diferencias, que se puede encontrar en temas de las cantidades de concreto y la afectación presupuestal, la extracción de cantidades y modelamiento de los diseños arquitectónicos estructurales del concreto, se compara con la técnica tradicional del AutoCAD.

Lo anterior, para determinar conclusiones que establezcan el control del ámbito financiero de los proyectos, en el área principalmente del sector público, debido a que puede llegar a repercutir en contextos, como la reducción de los gastos públicos u otros aspectos, que mejorarían condiciones y aumentarían la eficiencia y calidad de procesos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Comparar las diferencias presentadas en términos gerenciales concerniente a la toma de decisiones, mediante el uso de las herramientas del método convencional AutoCAD, REVIT y NavisWorks pertenecientes a la metodología BIM en un caso tipo - Proyecto Centro Día San David -, garantizando un adecuado manejo presupuestal, en uno de los capítulos que influyen de forma considerable en un proyecto de construcción, como lo es la estructura en concreto.

1.4.2 Objetivos específicos

- Presentar las comparaciones encontradas, cuando se realiza el cálculo de cantidades de concreto haciendo uso de las nuevas herramientas, como es Navisworks inmerso en la metodología BIM y la convencional AutoCAD planos en 2D.
- Evaluar por medio de un sistema de encuestas al personal involucrado de una constructora del sector privado, que trabaja con el método convencional y está comenzando con la implementación del sistema BIM, y el de una consultoría que implementa metodología BIM que se encuentra relacionada con el proyecto del caso tipo.
- Analizar cómo la comparación de las cantidades de concreto afecta el presupuesto, cuando la herramienta utilizada es AutoCAD y cuando son extraídas de Revit y NavisWorks.

2 MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 AutoCAD

Es un software de extensión CAD (Computer Aided Design) o (diseño asistido por computadora) de la firma de Autodesk, utilizada por arquitectos e ingenieros que trabajan con la utilización de imágenes tipo vectoriales en 2D o 3D, permitiendo lograr un dinamismo en el trabajo de diseño. Utiliza un sistema de capas que permite agrupar los elementos que conforman en los planos, algunas de las herramientas que trabajan con extensión CAD son: MicroStation, VectorWorks, IntelligentCad, ArchiCAD (Tecnología, 2019).

En la industria del software, el AutoCAD es reconocido como un producto que hace parte de una serie de aplicaciones de diseño mejoradas; su enfoque incluye el mercado de la construcción y el de la infraestructura. Una de sus funciones es brindar herramientas y disminuir tiempos en la realización de diseños y bosquejos, para potencializar la producción de los proyectos en términos de costos y tiempo; el lanzamiento de esta plataforma dio lugar al año 2005 y hace parte de la familia de Autodesk (Ortega, 2004).

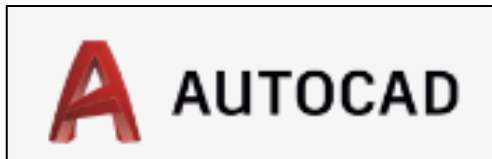


Figura 2 AutoCAD

Fuente (Autodesk, 2019a)

2.1.2 REVIT

Es un Software de la compañía de Autodesk que trabaja archivos con el formato RVT, este facilita el diseño digital inteligente bajo la metodología BIM. Una de sus características es la modelación de familias paramétricas, reflejadas en modelos 3D; estos modelos permiten visualizar la construcción virtual en 3D con el fin de facilitar el diseño, colaboración, coordinación y con ello minimización de los riesgos de la construcción de un proyecto (AECO, 2018).

Desde un inicio, su funcionalidad tiene una relación directa con el diseño y el uso de sólo arquitectos, sin embargo, las actualizaciones permiten que esta categoría facilite herramientas para usos relacionados con la ingeniería, permitiendo estimar simulaciones de eficiencia en temas como gastos, permitiendo incluir en los diseños redes, materiales y más parámetros que influyen en la construcción (Moreno, 2012).



Figura 3 REVIT

Fuente (Autodesk, 2019d)

2.1.3 BIM (Building Information Modeling)

Es una estrategia tecnológica eficiente que facilita la gestión de los proyectos, permitiendo identificar parámetros que tienen influencia en la creación del acta de inicio, la identificación y definición del alcance, las actividades que se van a ejecutar, la identificación de costos y estimación del presupuesto, identificación de riesgos y más. Cuando se hace uso de esta tecnología en la fase de ejecución de un proyecto, esta metodología permitirá visualizar cómo se encuentra el proyecto y poderlo comparar con la planeación inicial del mismo (Garzón, 2018).

Es una metodología de trabajo colaborativo, este se basa en un modelo de información de construcción, este con el fin de facilitar la gestión de proyectos al crear un modelo inteligente, donde se puede informar y comunicar las acciones con el fin de hacer una correcta toma de decisiones, he involucrar desde el diseño las diferentes especializaciones abarcadas en el proyecto, con el fin de disminuir las posibles interferencias entre estas y evitar una incorrecta ejecución. También ayuda a una mejor visualización y la fácil lectura a los posibles dueños del proyecto, la correcta simulación de la ejecución (Autodesk, 2017).

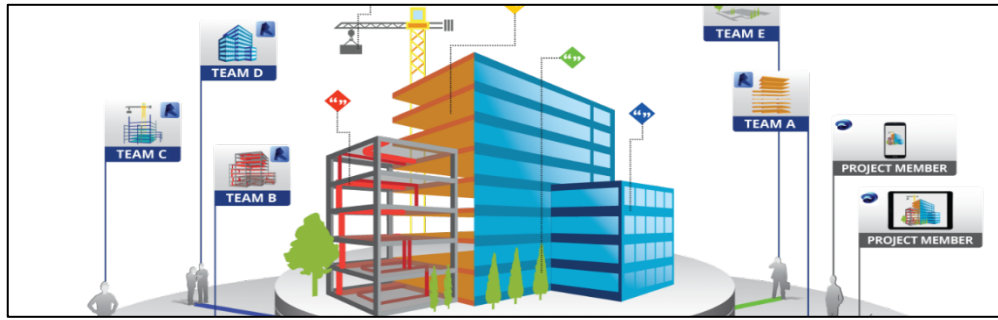


Figura 4 BIM (Building Information Modeling)

Fuente: (Acaddemia, 2019)

2.1.4 Navisworks

Es un Software de la compañía de Autodesk, que trabaja en formatos NWC, NWF y NWD, los cuales son exportaciones de archivos RVT (Revit) (AREA BIM, 2019). Este es otro de los programas complementarios de la metodología BIM, tiene interacción con el modelo REVIT y tiene las siguientes Herramientas (ESDIMA, 2019):

- Clash Detective: Este permite la verificación entre especializaciones (hidráulico, sanitario, incendio, eléctrico, estructural, mecánico), de interferencias para así mismo coordinar adecuadamente el diseño de estas (Autodesk, 2019c).
- Quantification: Este permite la creación de un libro de cuantificación, para la posterior medición de los elementos traídos de archivos, modelados en Revit (.rvt) (Autodesk, 2019c).
- Timeliner: permite hacer una simulación de la construcción del proyecto y exportarla para una correcta programación (Autodesk, 2019c).

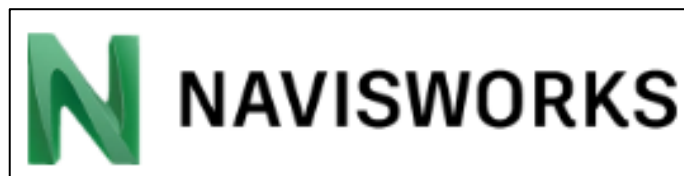


Figura 5 NavisWorks

Fuente (Autodesk, 2019b)

2.2 MARCO TEÓRICO

El avance tecnológico en Colombia en el sector de diseño y construcción, ha presentado atrasos comparado con el avance de este a nivel mundial; sin embargo, en el año 2.000 presentó un progresivo nivel en el sector de la construcción en términos tecnológicos, comenzando a tener fuerza con el manejo de la herramienta AutoCAD (Computer Assitent Design), esto mientras que en otras partes del mundo se revoluciona de forma paralela, pero con la Metodología BIM (Bulding Information Modeling).

La implementación de la metodología BIM en Colombia se visualiza entre los años 2015 y 2016, siendo desarrollada inicialmente por la Constructora Amarilo (Construdata, 2012). A partir de esto, La industria presenta un crecimiento en el uso de la metodología, que según la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) fue de un 40% (Flórez, 2018).

2.3 MARCO GEOGRÁFICO

El proyecto Centro Día San David se encuentra proyectado con recursos 100% del distrito mediante la contratación pública. Su ubicación en la localidad número 5 (Usme) de la ciudad de Bogotá; esta localidad cuenta con planes de construcción que contemplan más de 9.000 viviendas, VIS y VIP que serían para 30.000 beneficiarios (Alcaldia Local, 2019).

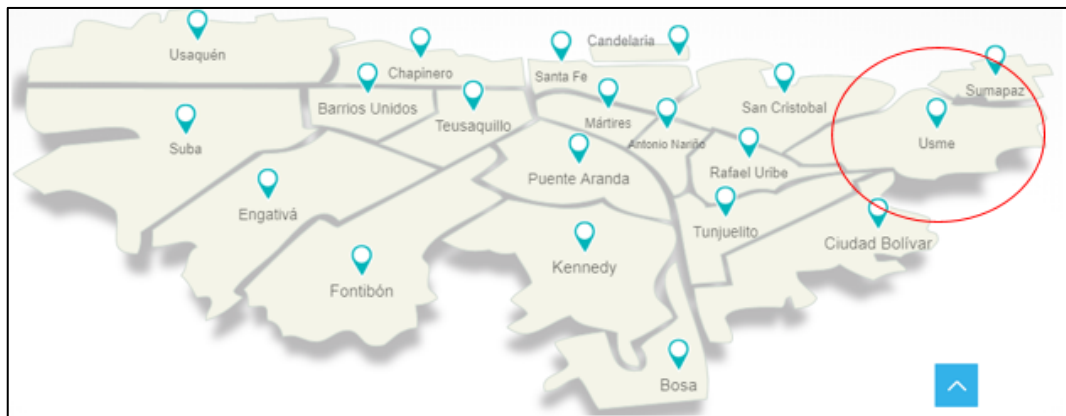


Figura 6 Localidades de Bogotá

Fuente: (Alcaldia Local, 2019)

2.4 MARCO DEMOGRÁFICO

La empresa que inicialmente suministra el proyecto caso tipo correspondiente al Centro Día San David, es una empresa de diseño arquitectónico, dedicada a la consultoría con contratos principalmente estatales y obtenidos por medio de la licitación pública.

La empresa cuenta con un área de diseño, conformada por cinco profesionales de la arquitectura y con dos profesionales de la arquitectura en el área de presupuestos de obra; la empresa es liderada por 2 arquitectos, uno de ellos cuenta con una experiencia general mayor a 40 años.

2.5 ESTADO DEL ARTE

La importancia del AutoCAD como programa según un estudio de la universidad de Sucre en Colombia, establece el software como herramienta necesaria para el desempeño académico, ya que su aplicación contribuye las distintas áreas de aplicación en el campo de la ingeniería, el perfeccionamiento del perfil profesional (Dajud et al., 2009); al igual que la tesis realizada en la Universidad Nacional de educación Enrique Guzmán y Valle, se demuestra que el uso de la herramienta es un aporte para la mejora del aprendizaje en los estudiantes de dibujo técnico, que optan a una ingeniería (Florêncio Cárdenas, 2015) .

Teniendo en cuenta que se está en proceso de dinamismo mundial, la evolución digital busca aumentar la eficacia en la coordinación en las etapas de los proyectos que se involucran en la construcción, de esta manera se comienza a evidenciar una nueva metodología de implementación llamada BIM (Cárdenas & Silvano Florencio, 2015) .

Se evidencia en la actualidad la extinción del dibujo a mano. La comunidad profesional de arquitectura e ingeniería requiere de métodos eficientes, que mejoren las condiciones del diseño (Sabongi & & Otros, 2018). Mientras que en el año 2005 el AutoCAD llegaba a revolucionar el diseño en Colombia (Ortega, 2019), en la primavera del año 2006 la Universidad Estatal de Montana ya comenzaba a implementar en los planes de estudio la metodología BIM, permitiendo tener la experiencia a los estudiantes de forma inicial de compararlo con el software AutoCAD (Berwald, 2008).

2.5.1 Diseño Arquitectónico

Se refiere a la estructuración de espacios, esta surgió de la necesidades de las diferentes culturas antiguas a nivel mundial, las cuales tenían como fin la adoración y veneración de deidades religiosas, como la arquitectura de Egipto y la arquitectura mesopotámica (Arkiplus, n.d.-b).

Se encuentra que en Colombia la arquitectura tiene cuatro grandes derivaciones (Alberto Saldarriaga Roa, n.d.):

- La arquitectura Pre-Hispánica, aunque no se tiene claro su periodo, pero se define en el siglo XI a.C y su finalización predomina hasta la colonización española a comienzos del siglo XVI.
- La arquitectura del periodo Colonial, la cual comienza con la colonización de los españoles en el territorio hasta 1819, en donde se proclama la independencia del reinado español y se creó como república independiente, que constituye el Nuevo Reino de Granada.
- La arquitectura del periodo republicano, el cual comprende entre el año de 1819 y el año de 1930, se define el territorio nacional como actualmente se conoce como Colombia.
- El periodo moderno inicia desde el año 1930, por el cual existen diferentes fases tempranas entre 1930 y 1950; Consolidación entre 1950 y 1970 y la etapa de diversificación a partir de 1970.

Adicionalmente, en 1929 se fundó la primera Facultad de arquitectura del país en la universidad Nacional de Colombia.

2.5.2 Ingeniería civil

El concreto data de 7000 a.c en distintas civilizaciones entre ellas persas, babilonios y sumerios, quienes cocinaban la piedras calizas para obtener cal y mezclarlo con algunas derivados de animales, en la época del imperio romano descubren una mezcla mucho más resistente recibiendo el nombre de “opus cementerium”, el cual fue utilizado para el reforzamiento de la construcción del coliseo romano y el Partenón; en 1866 se construye en Francia el primer puente utilizando el concreto, en el mismo siglo en el año 1867 Londres utiliza este material para la construcción del sistema alcantarillas de la ciudad, con la llegada del siglo XX se da el desarrollo del “concreto moldeado” (Arkiplus, n.d.-a).

En Colombia hasta el año 1909 el cemento para la utilización del concreto era totalmente importado, pero a consecuencia de la construcción de la hidroeléctrica de la empresa de energía de Bogotá se crea la primera fábrica de cemento (Argos, n.d.).

En 1978, Se conoce el sistema denominado INTERACT CAD el cual se utilizaba para la industria de plataformas petrolíferas. En 1981 se reúnen alrededor de una docena de personas y fundan la empresa denominada marinchip software partners y después se convertiría en Autodesk. En 1982 aparece la primera versión de AutoCAD Para el sistema DOS (BSG Institute, n.d.).

En el año de 1993 llega a Colombia a través de Nexsys como representante autorizado por Autodesk el programa AutoCAD diseñado para Windows; el cual se promocionaba como una herramienta para diseño en dos y tres dimensiones, con opción de un módulo adicional para modelamiento de sólidos y como uno de sus principales acondicionamientos, es la impresión grafica a través de un plotter (BSG Institute, n.d.).

La herramientas para la implementación de BIM (Bulding Information Modeling), fue ejecutada en el año de 1984 por la organización Graphisoft y su programa nombrado como ArchiCad creando un edificio Virtual (Graphisoft, n.d.), sin embargo, en el 2000 es creada la herramienta Revit por parte de Autodesk, donde se difunda en gran parte del mundo la metodología BIM (Bulding Information Modeling), con herramientas adicionales que implementan dicha metodología (ESDIMA, n.d.).

En los años 2000 aparece Quantity Take Off (QTO), herramienta que ayuda con la obtención de cantidades a través de dimensiones y costos de proyectos, los cuales son obtenidos de los archivos DWG o Revit y los cuales podrían ser exportados en Excel (CADD, n.d.), la herramienta fue de muy poco reconocimiento y uso en Colombia hasta su última versión, la cual fue hasta el año 2015, sus herramientas para estimación de costos como son mediciones de cantidades en 2D y 3D, son trasladadas a una nueva herramienta de autodesk denominada como Navisworks (Autodesk, n.d.).

La cual hasta el 1 de junio de 2017 se denominaba JetStream, fecha en que Autodesk compro la herramienta y nombro como Autodesk Navisworks, que en la actualidad se considera la herramienta más utilizada por la metodología BIM (Bulding Information Modeling), la cual permite la interactividad con los modelos en 3D, simulaciones de construcción, detección de colisiones entre modelos de especialistas integraciones de las etapas 4D y 5D (Area BIM, n.d.).

A continuación, se evidencia en la figura 7 una línea de tiempo que indica de forma resumida la llegada de la metodología BIM a Colombia.

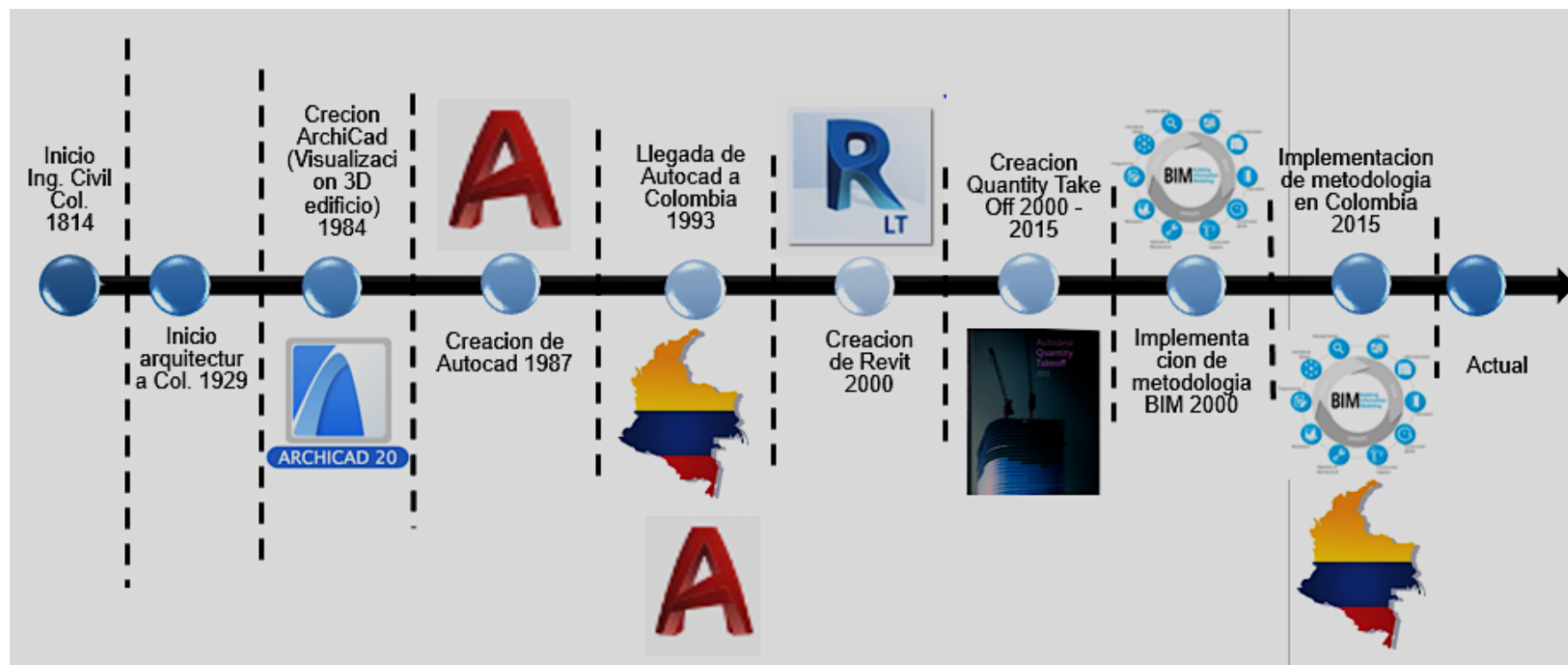


Figura 7 Línea de tiempo estado del arte

Fuente Autores

3 METODOLOGÍA

3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

Recolectando la información inicial requerida y dándole los tiempos y disposición para ejecutar, se define el trabajo en Cuatro (4) fases las cuales se muestra en la Figura 6.

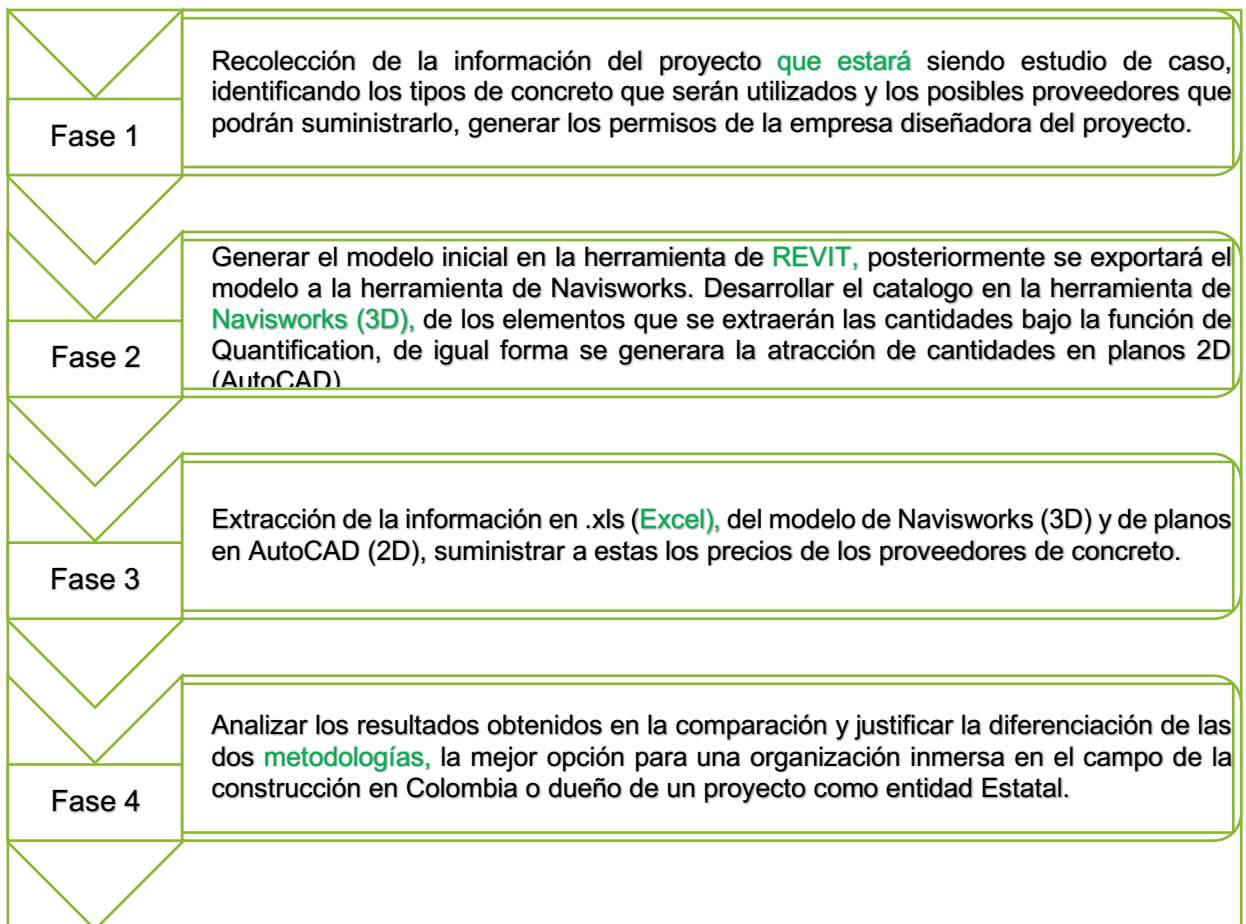


Figura 8 Fases de trabajo

Fuente Autores

3.2 INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Se Identificará bajo la herramienta de EDT *Figura 9*, como instrumento las posibles herramientas que se utilizará para el desarrollo del proyecto.

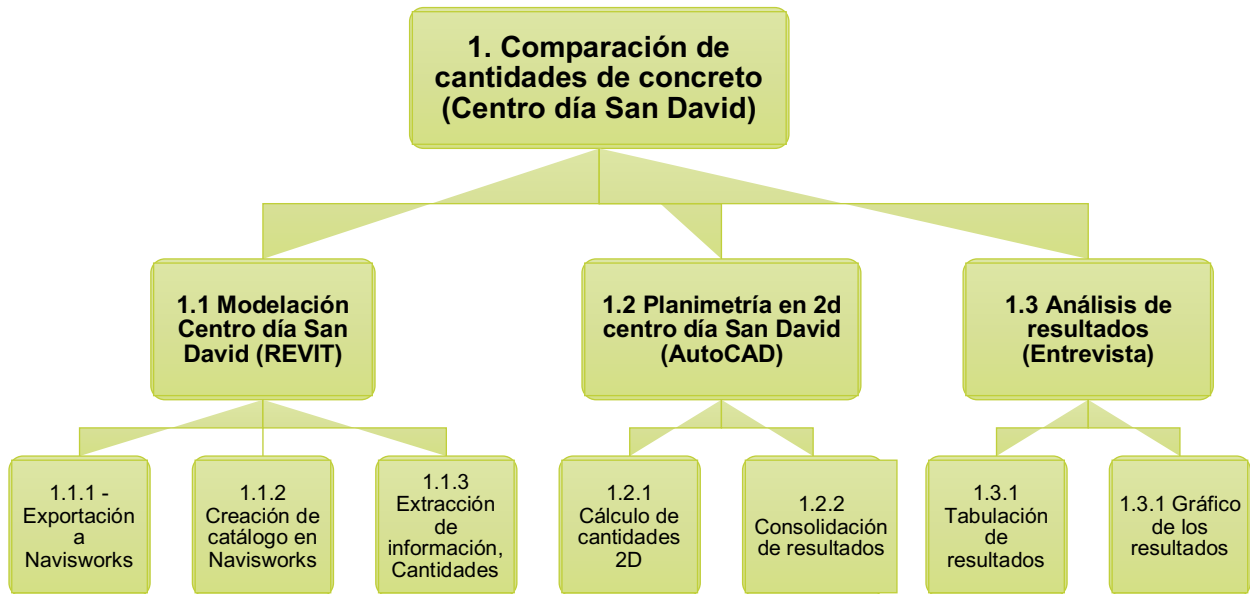


Figura 9 Fases de trabajo

Fuente Autores

De acuerdo con los entregables que se han identificado en la *Figura 9* y el alcance a mostrar, se definieron las herramientas para su utilización en la *Figura 10* contempladas en tres grupos Hardware, software e información requerida:

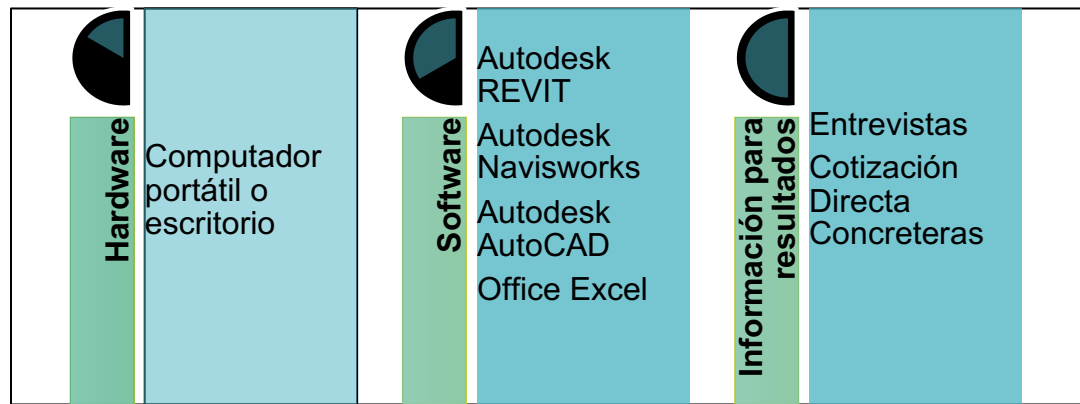


Figura 10 Herramientas a utilizar

Fuente Autores

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

A través del estudio caso “Centro día San David”, se podrá definir el estado de las licitaciones públicas y empresas, que trabajan con el sector público de infraestructura o construcción, se encuentran en la vanguardia de las nuevas herramientas tecnológicas y su posterior enfoque presupuestal para cada una de ellas.

La población a llegar para generar un impacto, se define como las empresas que desarrollan proyectos de consultoría o construcción, de infraestructura para el estado como su principal cliente.

3.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- Identificación de diseños aportados por parte de la empresa diseñadora del proyecto, “Centro día San David”.
- Análisis de solo las cantidades de concreto que se utilizaran en el proyecto, es decir que no se contemplara el estudio de otros materiales así hagan parte del diseño estructural.
- Variación del presupuesto dependiendo de la metodología a utilizar BIM (Revít) vs Tradicional (AutoCAD).
- Entrega de presupuesto con precios reales del mercado actual de concreto.
- Conclusión de la importancia de elegir la herramienta adecuada en el caso del Centro Día San David (Proyecto estatal).

LIMITACIONES

- Realización de observaciones y revisiones al diseñador estructural.
- Recolección de cotizaciones de concreto.
- Comunicación directa con la empresa dueña del proyecto.

3.5 CRONOGRAMA

El proyecto se ejecutará en las fases obtenidas y a lo largo de la especialización, con el fin de obtener los entregables a mediados de marzo del año 2020, como se destaca en la siguiente imagen:

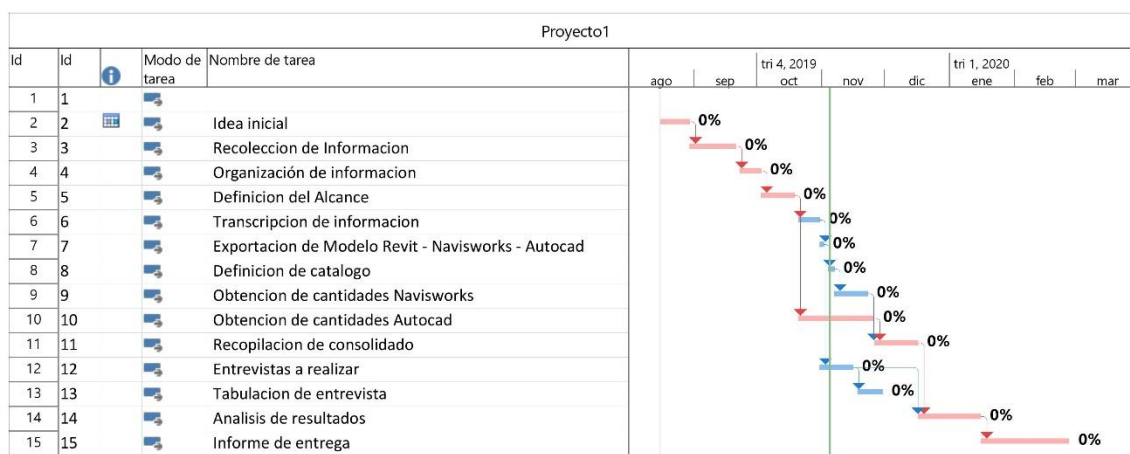


Figura 11 Cronograma

Fuente Autores

3.6 PRESUPUESTO

Para la ejecución del proyecto se ha planteado una serie de gastos para llevarlo a cabo, el cual es ideal nombrar que el software especializado son licencias estudiantiles que son gratuitas.

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
SOFTWARE CERTIFICADO AUTODESK AUTOCAD 2020	MES	\$ 381.402	5	\$ 1.907.010
SOFTWARE CERTIFICADO AUTODESK REVIT	MES	\$ 543.179	5	\$ 2.715.895
SOFTWARE CERTIFICADO AUTODESK NAVISWORKS	MES	\$ 659.332	5	\$ 3.296.660
INGENIERO (A) HORA TRABAJO - PROYECTO DE GRADO	HORA	\$ 14.583	416	\$ 6.066.667
ARQUITECTO (A) HORA TRABAJO - PROYECTO DE GRADO	HORA	\$ 14.583	416	\$ 6.066.667
IMPRESIONES	UN	\$ 450	150	\$ 67.500
TRANSPORTES (TUTORIAS)	UN	\$ 4.800	52	\$ 249.600
COMPUTADOR	HORA	\$ 2.000	416	\$ 832.000

Tabla 1 - Presupuesto proyecto de grado

Fuente Autores

De acuerdo a la información de la Tabla 1 correspondiente al presupuesto del proyecto de grado, n el caso de una empresa legalmente constituida en Colombia, las licencias del software de las herramientas BIM integradas (Autocad, Revit, Navisworks manage, infraworks), tienen un costo de \$7'991.280 anuales a febrero 2020.

4 PRODUCTOS A ENTREGAR

De acuerdo a las fases de trabajo que ya se han mencionado, se da inicio al desarrollo a los entregables que estarán en presentación digital, también dependiendo de sus características en medio físico, debido a que estos dependen del desarrollado en Software y de herramientas tecnológicas. Se procura tener una documentación de fácil comprensión y consignada en un complemento de anexos:

Producto	Físico	Digital
Modelos en REVIT	No	Si
Modelo en NavisWorks	No	Si
Planos en AutoCAD	No	Si
Presupuesto de concretos	Si	Si
Trabajo escrito	Si	Si
Ficha RAE	Si	Si
Conclusiones	Si	Si

Tabla 2 - Entregables de Proyecto

Fuente Autores

Referente al modelo del proyecto, esta será suministrada en **LOD 300**, *Figura 12*, el cual equivale a un modelo representado de forma gráfica, con su cantidad, forma, tamaño y medidas apropiadas para su análisis.

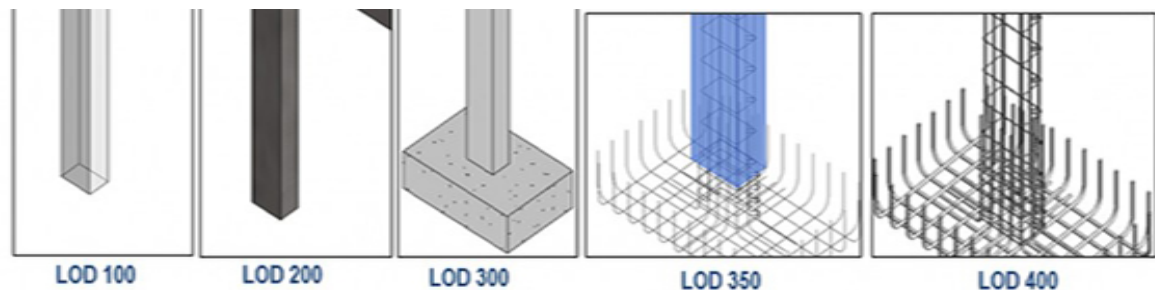


Figura 12 Nivel de detalle

Fuente: Eadic -formacion y consultoria

5 ENTREGA DE RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTOS

Partiendo de la metodología convencional que corresponde al uso del software AutoCAD, se presenta la extracción de cantidades, estas se realizan por medio del análisis apoyado en la visualización de planos en 2D tipo planta, detalles y despieces, este procedimiento de forma básica contempla estrategias de extracción de dimensiones, las cuales son complementadas con información encontrada en los diseños, para poder comprender magnitudes aproximadas a las reales de volúmenes del material, que para este caso puntual se representa en el concreto.

Ver Figura 13.

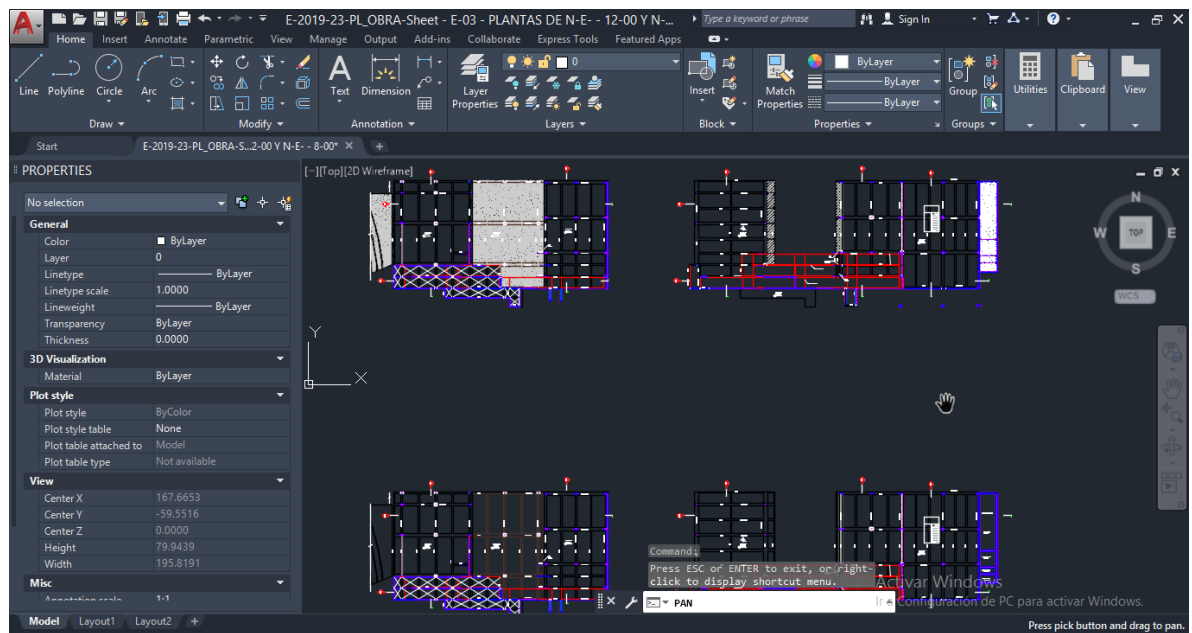


Figura 13 Plano del diseño estructural de la planta del Proyecto CDSD

Fuente Autores

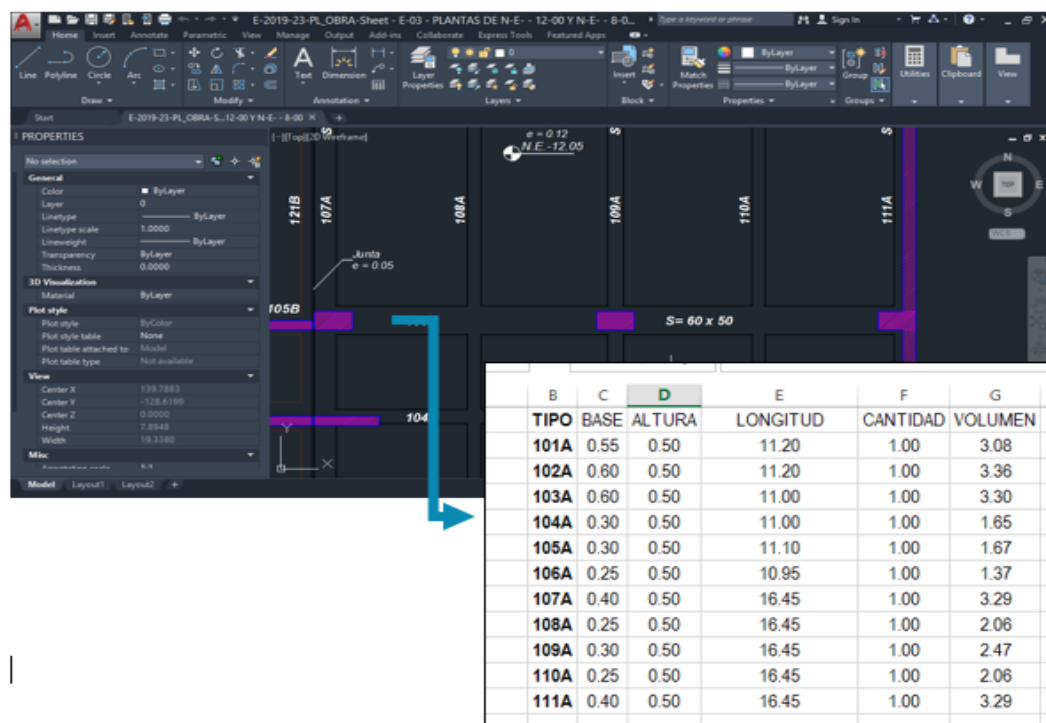


Figura 14 Cantidades AutoCAD

Fuente Autores

El procedimiento lógico *Figura 14* es el normalmente utilizado, comenzando por la identificación de hatch, bloques existentes o trazos de líneas, que permitan la identificación del valor de la dimensión, que puede ser lineal o en metro cuadrado a la que corresponde cada viga, columna, placa y muro. Finalizando con cálculos básicos de producto para cubicar el objeto.

Esta metodología da como resultado un numero de tablas la cuales se categorizaron en Zapatas, Vigas de Cimentacion, Muros de contención, Vigas de estructuras, Muros Pantallas y Columnas. Dando como resultado las siguientes cantidades: *Tabla 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.*

ZAPATAS						
TIPO	DIMENSIONES				CANTIDAD	VOLUMEN
	A	B	h	H		
Z-1	1,05	1,05	0,25		4,00	1,10
Z-2	1,25	1,25	0,25		2,00	0,78
Z-3	2,05	2,05	0,25		5,00	5,25
Z-4	2,25	2,25	0,25		3,00	3,80
Z-5	2,45	2,45	0,30		3,00	5,40
Z-6	2,65	2,65	0,30		5,00	10,53
Z-7	2,85	2,85	0,35		9,00	25,59
Z-8	3,25	3,25	0,40		3,00	12,68
Z-8A	3,25	3,25	0,40		2,00	8,45
Z-9	3,65	3,65	0,30	0,50	5,00	25,16
Z-10	3,85	3,85	0,50		3,00	22,23
Z-11	4,45	4,45	0,40	0,60	2,00	18,83
Z-12	4,85	4,85	0,25	0,70	1,00	9,84
Z-13	6,55	4,25	0,60		1,00	16,70
Z-14	8,75	5,25	0,60		1,00	27,56
Z-15	10,25	5,75	0,70		1,00	41,26
					TOTAL	235,17

Tabla 3- Memoria cantidades Zapatas

Fuente: Autores

VIGAS					
CIMENTACION					
TIPO	BASE	ALTURA	LONGITUD	CANTIDAD	VOLUMEN
001A	0,50	0,60	8,10	3,00	7,29
002A	0,50	0,60	8,10	3,00	7,29
003A	0,50	0,60	17,05	1,00	5,12
004A	0,50	0,60	17,05	1,00	5,12
001B	0,50	0,60	12,45	1,00	3,74
002B	0,50	0,60	12,45	2,00	7,47
003B	0,50	0,60	11,90	1,00	3,57
004B	0,50	0,60	13,00	1,00	3,90
005B	0,50	0,60	16,84	1,00	5,05
006B	0,50	0,60	16,64	1,00	4,99
007B	0,50	0,60	5,00	1,00	1,50

008B	0,50	0,60	13,40	1,00	4,02
			TOTAL		59,05

Tabla 4- Memoria de cantidades vigas de cimentacion

Fuente: Autores

MUROS DE CONTENCION			
LONGITUD	ESPESOR	ALTURA	TOTAL M3
7,7	0,25	5,03	9,68275
6,28	0,25	5,03	7,8971
3,22	0,25	5,03	4,04915
4,44	0,25	5,03	5,5833
18,37	0,25	5,03	23,100275
7,77	0,2	5,03	7,81662
4,38	0,2	5,03	4,40628
1,08	0,25	5,03	1,3581
5,8	0,2	5,03	5,8348
		SUB-TOTAL	69,728375
16,02	0,25	5,9	23,6295
5,65	0,25	5,9	8,33375
5,65	0,25	5,9	8,33375
5,75	0,25	5,9	8,48125
3,05	0,25	5,9	4,49875
2,8	0,25	5,9	4,13
2,8	0,25	5,9	4,13
2,8	0,25	5,9	4,13
2,8	0,25	5,9	4,13
5,3	0,25	5,9	7,8175
		SUB-TOTAL	77,6145
5,8	0,25	9,1	13,195
5,8	0,25	9,1	13,195
3,8	0,25	9,1	8,645
1,7	0,25	9,1	3,8675
		SUB-TOTAL	38,9025
6,82	0,25	4,7	8,0135
6,82	0,25	4,7	8,0135
		SUB-TOTAL	16,027
TOTAL			202,272375

Tabla 5 - Memoria de cantidades muros de contención

Fuente: Autores

PISO -3					
101A	0,55	0,50	11,20	1,00	3,08
102A	0,60	0,50	11,20	1,00	3,36
103A	0,60	0,50	11,00	1,00	3,30
104A	0,30	0,50	11,00	1,00	1,65
105A	0,30	0,50	11,10	1,00	1,67
106A	0,25	0,50	10,95	1,00	1,37
107A	0,40	0,50	16,45	1,00	3,29
108A	0,25	0,50	16,45	1,00	2,06
109A	0,30	0,50	16,45	1,00	2,47
110A	0,25	0,50	16,45	1,00	2,06
111A	0,40	0,50	16,45	1,00	3,29
			TOTAL		27,58
PISO -2					
201A	0,52	0,50	25,30	1,00	6,58
202A	0,60	0,50	25,30	1,00	7,59
203A	0,20	0,50	2,10	1,00	0,21
204A	0,25	0,50	0,70	1,00	0,09
	0,50	0,50	11,20		2,80
	0,60	0,50	13,50		4,05
205A	0,30	0,50	11,20	1,00	1,68
206A	0,40	0,50	11,20	1,00	2,24
207A	0,20	0,50	7,00	1,00	0,70
	0,40	0,50	6,70		1,34
208A	0,15	0,50	4,35	1,00	0,33
209A	0,40	0,50	11,30	1,00	2,26
210A	0,25	0,50	4,35	2,00	1,09
211A	0,40	0,50	11,30	1,00	2,26
212A	0,70	0,50	14,85	1,00	5,20
	0,40	0,50	14,85		2,97
213A	0,25	0,50	14,75	1,00	1,84
214A	0,25	0,50	14,75	1,00	1,84
215A	0,40	0,50	16,90	1,00	3,38
216A	0,25	0,50	16,90	2,00	4,23
217A	0,40	0,50	16,90	1,00	3,38

			TOTAL		56,05
PISO -1					
301A	0,52	0,70	11,90	1,00	4,33
	0,40	0,50	9,75		1,95
	0,52	0,50	12,00		3,12
302A	0,30	0,70	11,90	2,00	5,00
303A	0,30	0,70	11,90	1,00	2,50
304A	0,60	0,50	31,10	1,00	9,33
	0,30	0,50	27,13		4,07
305A	0,40	0,50	6,80	1,00	1,36
306A	0,25	0,50	3,50	3,00	1,31
307A	0,25	0,75	1,90	1,00	0,36
	0,50	0,75	9,30		3,49
	0,60	0,50	32,00		9,60
308A	0,40	0,45	48,00	1,00	8,64
	0,40	0,50	0,00		0,00
309A	0,30	0,45	23,50	1,00	3,17
310A	0,15	0,70	11,00	1,00	1,16
311A	0,30	0,70	11,00	1,00	2,31
312A	0,30	0,70	11,00	2,00	4,62
313A	0,30	0,70	11,00	1,00	2,31
314A	0,70	0,45	7,34	1,00	2,31
	0,70	0,50	2,05		0,72
	0,40	0,70	11,00		3,08
315A	0,25	0,45	4,85	2,00	1,09
	0,25	0,50	4,85		0,00
316A	0,40	0,45	3,21	1,00	0,58
	0,40	0,50	18,15		3,63
317A	0,25	0,45	20,30	2,00	4,57
	0,25	0,50	20,30		5,08
318A	0,40	0,45	3,21	1,00	0,58
	0,40	0,50	18,15		3,63
319A	0,25	0,45	3,21	1,00	0,36
	0,25	0,50	18,15		2,27
320A	0,25	0,45	3,21	1,00	0,36
	0,25	0,50	18,15		2,27
322A	0,30	0,45	20,30	1,00	2,74

	0,30	0,50	20,30		0,00
323A	0,25	0,45	20,30	1,00	2,28
324A	0,25	0,50	12,70	1,00	1,59
325A	0,40	0,50	8,00	1,00	1,60
326A	0,25	0,50	16,50	1,00	2,06
327A	0,25	0,50	14,00	1,00	1,75
328A	0,25	0,50	12,00	1,00	1,50
329A	0,30	0,50	10,00	1,00	1,50
330A	0,25	0,50	8,00	1,00	1,00
331A	0,25	0,50	6,00	1,00	0,75
332A	0,30	0,50	4,60	1,00	0,69
333A	0,25	0,50	14,00	1,00	1,75
			TOTAL		118,35
PISO -1					
401A	0,52	0,70	7,40	1,00	2,69
	0,40	0,50	7,50		1,50
	0,52	0,50	6,60		1,72
402A	0,25	0,75	14,00	1,00	2,63
	0,25	0,70	14,00		2,45
403A	0,40	0,75	6,15	1,00	1,85
	0,40	0,70	7,10		1,99
	0,60	0,50	7,25		2,18
	0,30	0,50	9,37		1,41
404A	0,25	0,75	14,00	2,00	5,25
	0,25	0,70	14,00		4,90
405A	0,40	0,50	7,10	1,00	1,42
406A	0,60	0,55	7,10	1,00	2,34
	0,60	0,75	5,75		2,59
	0,60	0,70	7,50		3,15
	0,60	0,50	23,43		7,03
			TOTAL		45,08
PISO 1					
407A	0,40	0,50	40,40	1,00	8,08
408A	0,20	0,50	7,50	1,00	0,75
409A	0,30	0,50	6,00	1,00	0,90
410A	0,40	0,50	14,10	1,00	2,82
411A	0,25	0,50	8,62	1,00	1,08

412A	0,25	0,50	8,62	1,00	1,08
413A	0,40	0,50	6,15	1,00	1,23
	0,40	0,75	13,00		3,90
414A	0,25	0,50	13,00	2,00	3,25
	0,25	0,75	13,00		4,88
415A	0,40	0,50	5,75	1,00	1,15
	0,40	0,75	10,40		0,00
416A	0,25	0,50	13,00	2,00	3,25
	0,25	0,70	13,00		4,55
417A	0,40	0,50	5,75	1,00	1,15
	0,40	0,70	10,40		2,91
418A	0,25	0,50	16,90	2,00	4,23
419A	0,40	0,50	16,90	1,00	3,38
420A	0,25	0,50	11,40	1,00	1,43
421A	0,25	0,50	7,62	1,00	0,95
422A	0,25	0,50	15,15	1,00	1,89
423A	0,30	0,50	12,70	1,00	1,91
424A	0,25	0,50	10,95	1,00	1,37
425A	0,25	0,50	11,45	1,00	1,43
426A	0,30	0,50	6,51	1,00	0,98
427A	0,25	0,50	5,50	1,00	0,69
428A	0,25	0,50	4,20	1,00	0,53
429A	0,25	0,50	13,70	1,00	1,71
			TOTAL		61,45
CUBIERTA					
501A	0,40	0,50	7,15	1,00	1,43
	0,40	0,75	7,50		2,25
502A	0,15	0,50	6,80	1,00	0,51
503A	0,40	0,50	1,75	1,00	0,35
504A	0,25	0,50	7,15	1,00	0,89
505A	0,60	0,50	8,70	1,00	2,61
	0,60	0,75	7,50		3,38
506A	0,15	0,50	16,20	1,00	1,22
507A	0,15	0,50	13,30	1,00	1,00
508A	0,40	0,50	12,80	1,00	2,56
509A	0,25	0,50	4,90	1,00	0,61
510A	0,40	0,50	2,05	1,00	0,41

	0,40	0,75	12,00		3,60
511A	0,30	0,50	13,30	2,00	3,99
	0,30	0,75	13,30		5,99
512A	0,30	0,50	2,05	1,00	0,31
	0,30	0,75	11,08		2,49
513A	0,25	0,50	2,05	1,00	0,26
	0,25	0,75	12,80		2,40
			TOTAL		36,25
TOTAL ESTRUCTURA					344,77

Tabla 6 - Memorias de cantidades vigas aereas

Fuente: Autores

MURO PANTALLA					
	ANCHO	LONGITUD	ALTURA	CANTIDAD	TOTAL M3
MUROS 1 (C'_C)	0,2	1,2	12,88	8	24,7296
MUROS 2 (B)	0,2	1,2	14,55	4	13,968
MUROS 3 (A)	0,2	1,2	11,08	1	2,6592
				TOTAL	41,3568

Tabla 7 - Memoria de Cantidades Muro pantalla

Fuente: Autores

LOSAS			
	AREA	ESPESOR	TOTAL (M3)
Losa Nivel -12	643,4	0,12	77,208
Losa Nivel -8	681,13	0,12	81,7356
Losa Nivel -8	53,61	0,3	16,083
Losa Nivel -4	864,2	0,12	103,704
Losa Nivel -4	52,86	0,15	7,929
Losa Nivel 0,0	722,18	0,12	86,6616
Losa cubierta	180,39	0,12	21,6468
		TOTAL	394,968

Tabla 8 - Memoria de cantidades de losas

Fuente: Autores

TIPO	BASE	ALTURA	LONGITUD	CANTIDAD	VOLUMEN
D-1	0,40	0,70	14,10	1,00	3,95
D-2	0,40	0,70	13,80	1,00	3,86
D-3	0,40	0,70	13,70	1,00	3,84
C-1	0,40	0,70	7,20	1,00	2,02
C-2	0,40	0,70	7,00	1,00	1,96
C-3	0,40	0,70	6,80	1,00	1,90
D'1	0,40	0,70	7,10	1,00	1,99
D'2	0,40	0,70	3,85	1,00	1,08
D'3	0,40	0,70	6,95	1,00	1,95
D-3"	0,40	0,70	10,85	1,00	3,04
E-1	0,40	0,70	10,00	1,00	2,80
F-1	0,40	0,70	10,00	1,00	2,80
G-1	0,40	0,70	6,95	1,00	1,95
H-1, H-4	0,40	0,70	6,35	2,00	3,56
H-2	0,40	0,70	6,05	1,00	1,69
E-4	0,40	0,70	6,95	1,00	1,95
F-4	0,40	0,70	6,95	1,00	1,95
G-4	0,40	0,70	7,10	1,00	1,99
B'1, B'-2', B'-2', B'-3', 4-B', B'-1'	0,40	0,40	2,30	5,00	1,84
C"-1, C"2'	0,40	0,40	0,40	2,00	0,13
C'-1, C'-3'	0,40	0,40	1,80	2,00	0,58
C'-2'	0,40	0,40	1,25	1,00	0,20
I-2, I-4, J-4, I-3, J-3	0,40	0,70	3,45	5,00	4,83
I'-4', J'-4'	0,40	0,40	0,35	2,00	0,11
E-3	0,40	0,70	10,00	1,00	2,80
F-3	0,40	0,70	10,00	1,00	2,80
G-3, G2	0,40	0,70	6,75	2,00	3,78
H-3	0,40	0,70	6,15	1,00	1,72
E-2	0,40	0,70	10,00	1,00	2,80
F-2	0,40	0,70	3,50	1,00	0,98
A-3', A-1'	0,40	0,70	10,34	2,00	5,79

B-3', B-1'	0,40	0,70	6,79	2,00	3,80
B-2'	0,40	0,70	6,79	1,00	1,90
A-2'	0,40	0,70	8,13	1,00	2,28
A-1	0,40	0,40	3,60	1,00	0,58
B-1	0,40	0,40	2,25	1,00	0,36
TOTAL					81,53

Tabla 9 - Memoria de cantidades columnas

Fuente: Autores

La estructura básica del programa junto con su modalidad, indica cumplir con las siguientes habilidades. Figura 15:

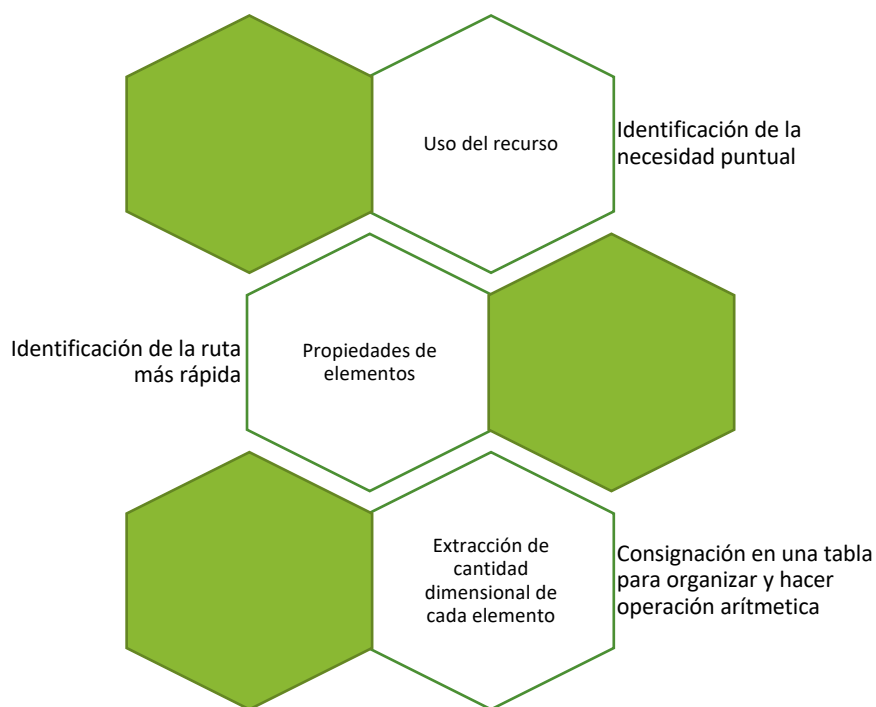


Figura 15 Procedimiento lógico uso de AutoCAD

Fuente Autores

A partir de la modelación del mismo proyecto tipo de Centro Día San David, en este caso con el Software Revit, se extraen las cantidades del concreto por medio del Software Navisworks, estas dos herramientas involucradas bajo la metodología BIM (Building Information Modeling); el orden de procesamiento que presenta como comportamiento entre 3D y 4D es el indicado en la Figura 16.

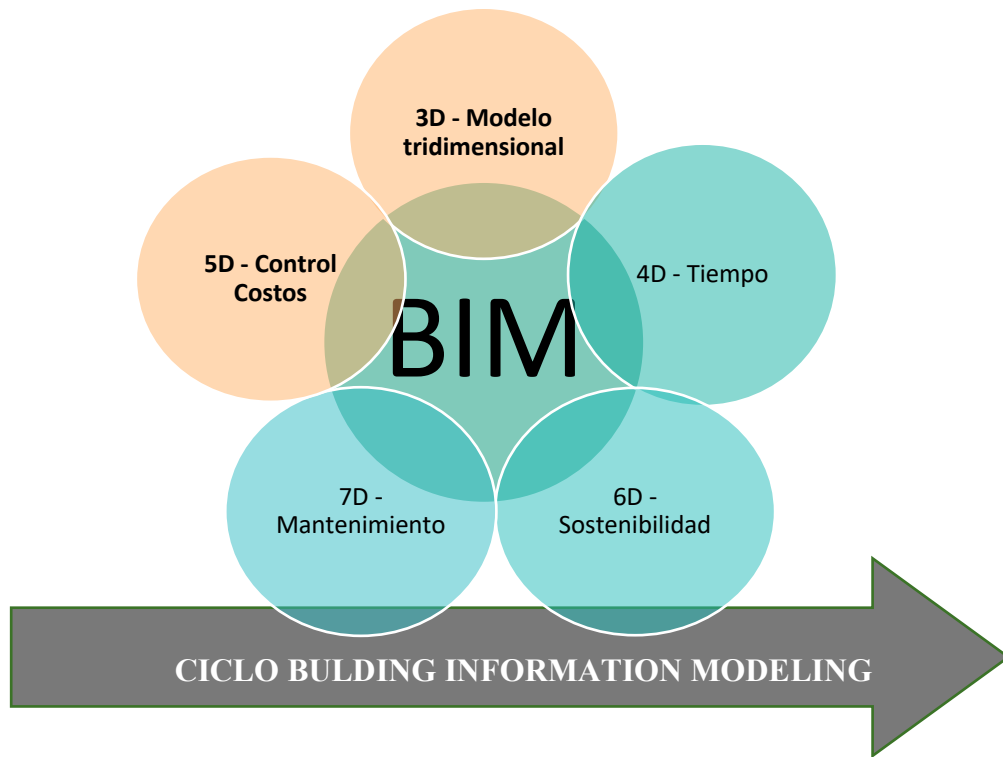


Figura 16 Etapas BIM involucradas

Fuente Autores

De acuerdo a lo anterior, con base al modelo en Revit del proyecto, se da inicio a realizar el procedimiento de extracción de cantidades e identificación de habilidades presentadas:

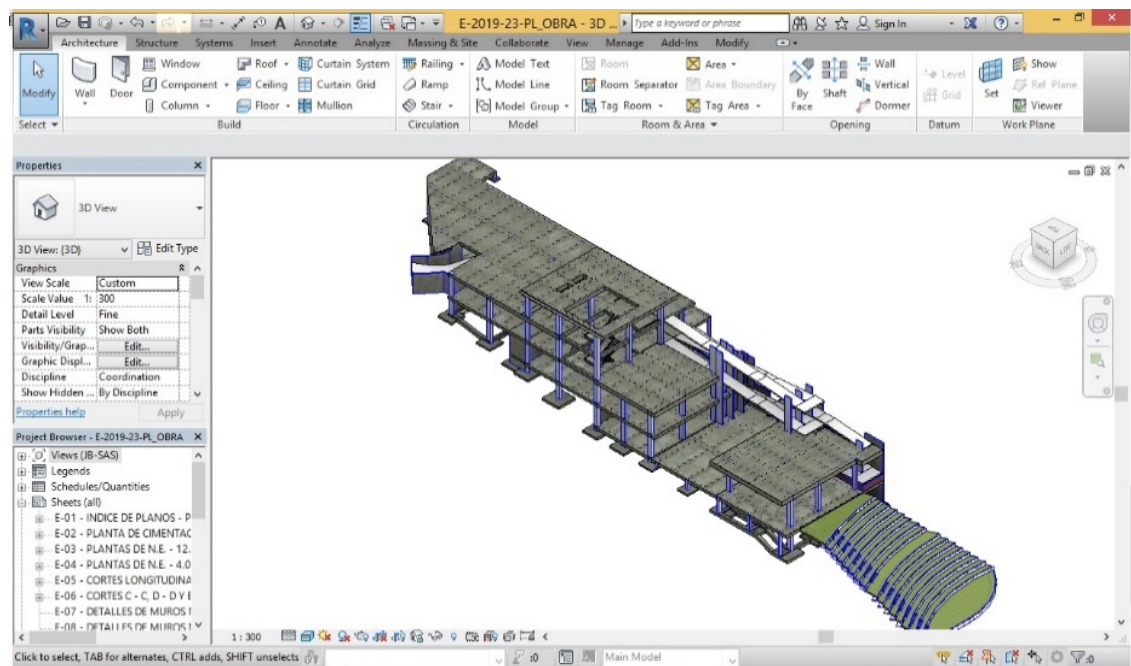


Figura 17 Modelación en Revit del Proyecto CSDS
Fuente Autores

El modelo es exportado a la herramienta involucrada con la metodología BIM (Building Information Modeling), para la cuantificación de la estructura en concreto denominada Navisworks la cual esta en la etapa 5D de BIM. Figura 18.

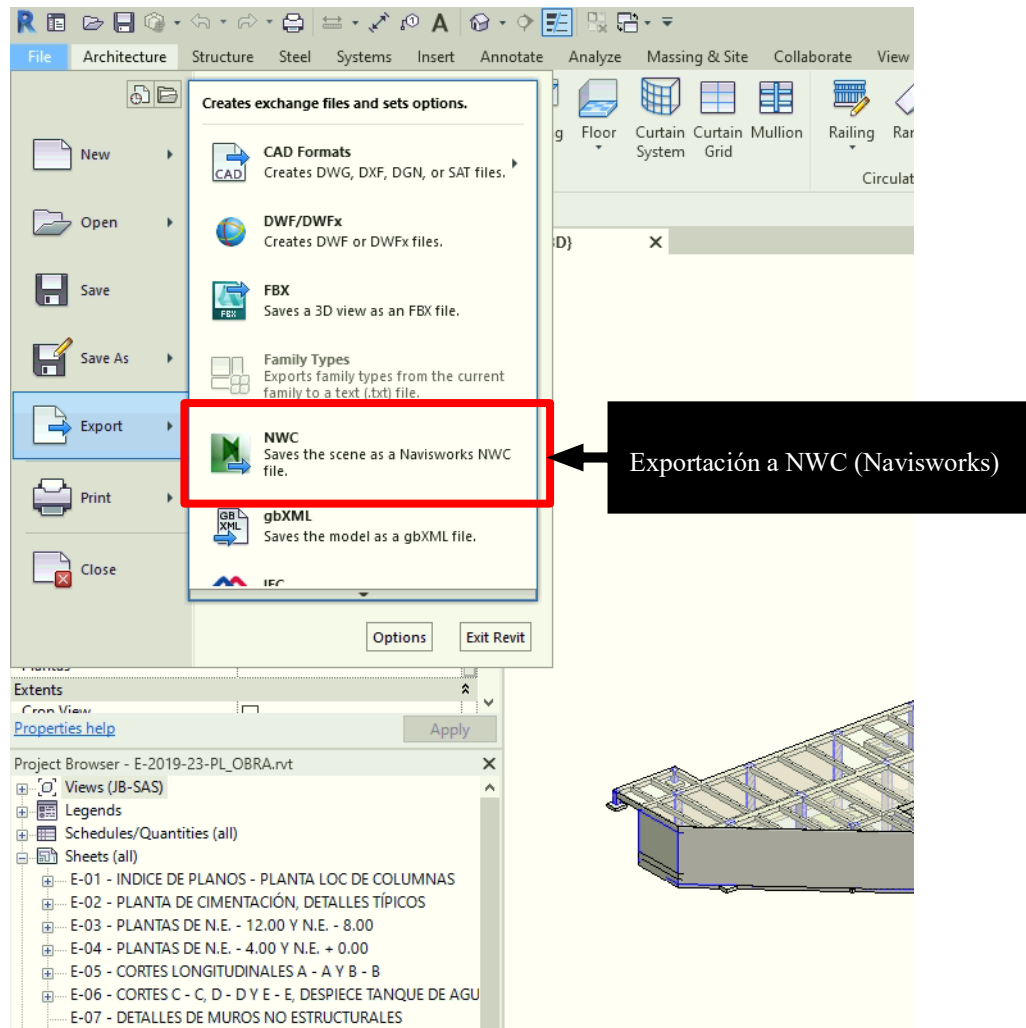


Figura 18 - Exportacion a navisworks

Fuente: Autores

Despues de la obtención de la exportacion del modelo NWC, se emplea en el software de Navisworks la herramienta Quatification. Figura 19.

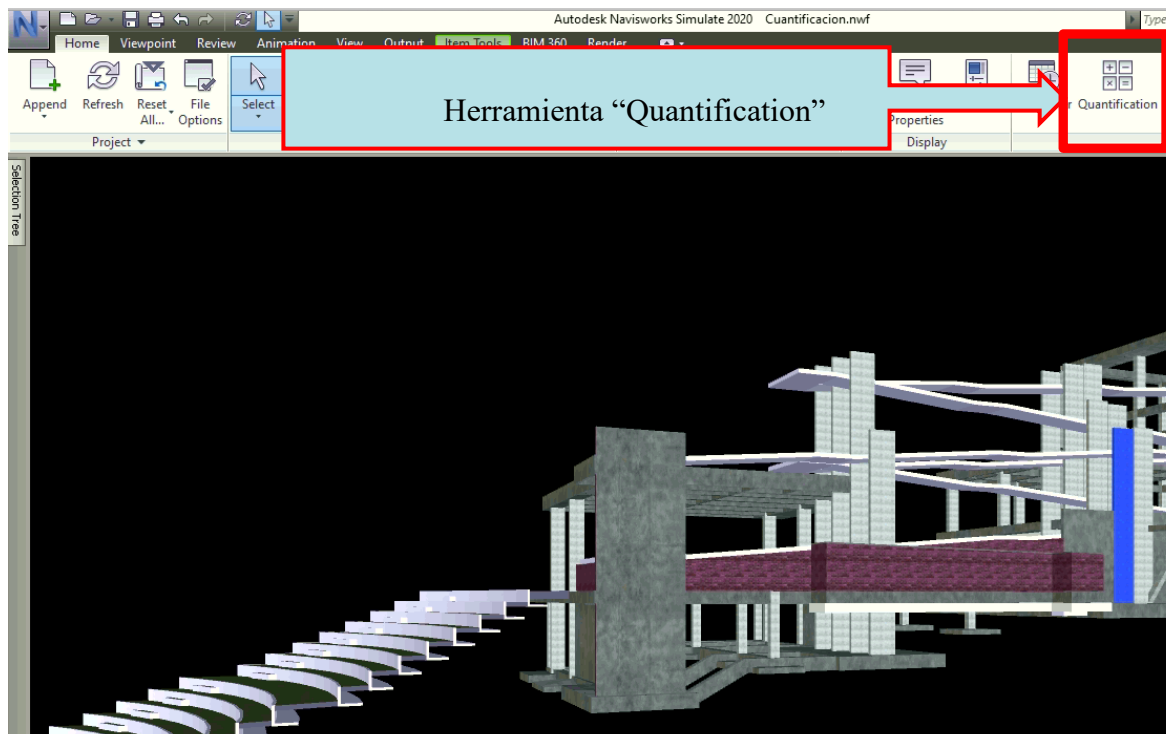


Figura 19 - Herramienta Quantification

Fuente: Autores

De acuerdo con la herramienta, comenzamos la creacion de un nuevo catalogo para tener las cantidades del proyecto modelado desde REVIT donde se hacen una serie de pasos Figura 20 los cuales son:

- a. Project Setup.
- b. Opcion None y Next.
- c. Modificacion de unidades de medida (Meters).
- d. Finish.

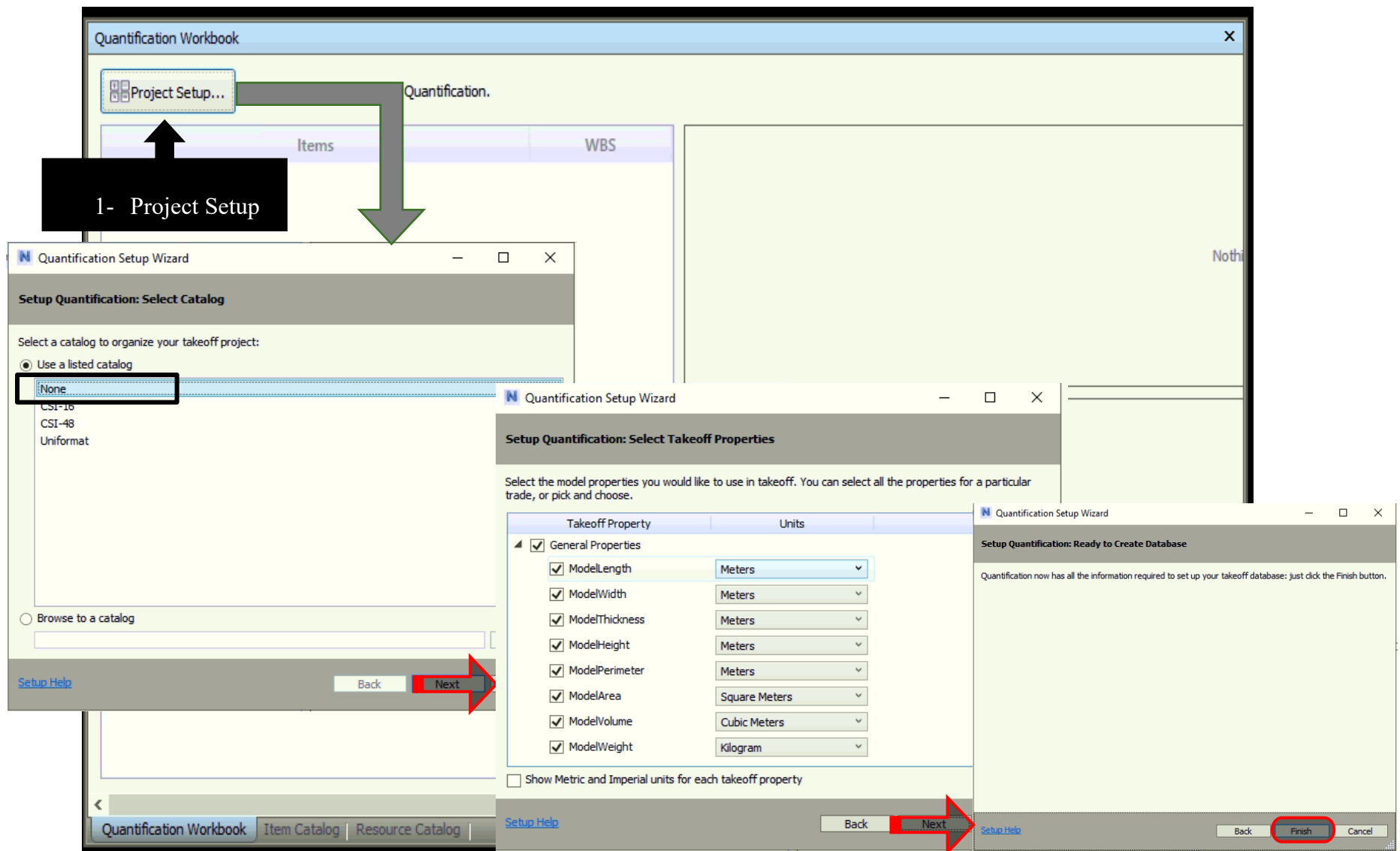


Figura 20 - Creacion de Catalogo

Fuente: Autores

En la etapa ya se ha determinado los capitulos e items que se involucran en el presupuesto para su posterior creacion en el catalogo de Navisworks como se ve en la Figura 22, donde determinamos los siguientes componentes que estaran en este:

1. Cimentacion
 - 1.1 Zapatas.
 - 1.2 Vigas de Cimentacion.
 - 1.3 Muros de Contencion.
2. Estructura
 - 2.1 Columnas.
 - 2.2 Muros Pantalla.
 - 2.3 Losas.

Para la creaciòn de estas acitividades o items hemos seguido los pasos que se ilustran en la Figura 21.

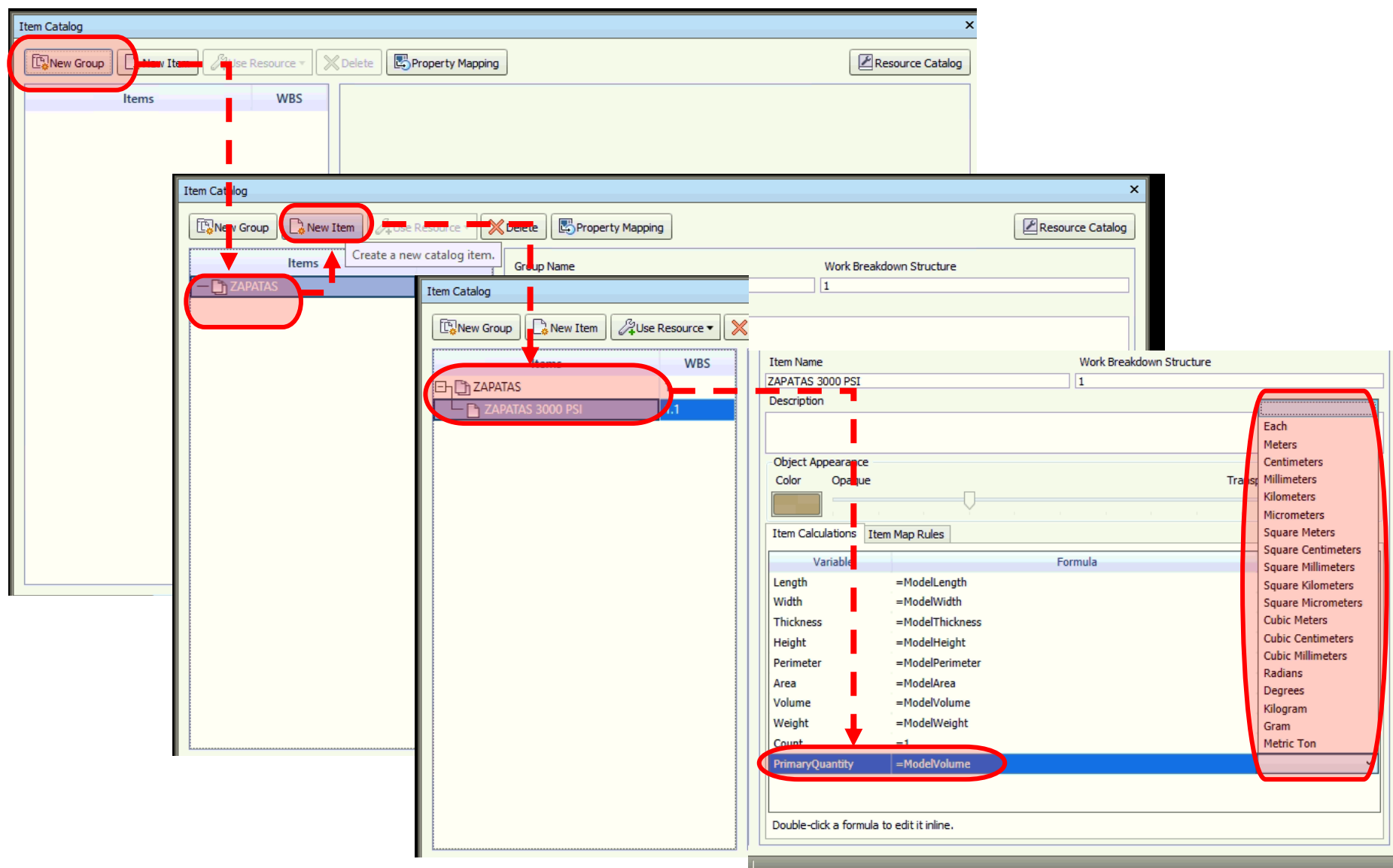


Figura 21- Creacion de catalogo

Fuente: Autores

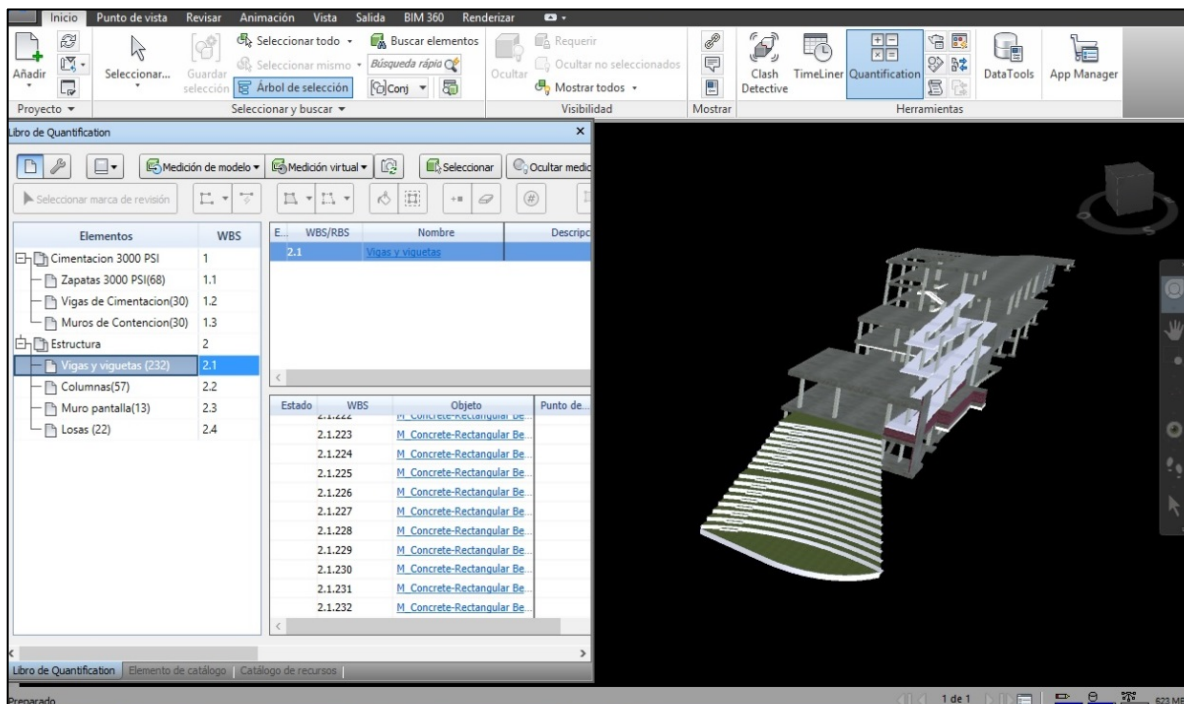


Figura 22 Vista 3D Revit proyecto Centro dia San David

Fuente Autores

Evitando traslajos y cuantificación adicional del material, el modelo visualiza configuraciones la sugerencia de configuraciones automáticas, de acuerdo a contextos realistas que se pueden presentar en un caso existente de administración y control de obra, inclusive en fase de planificación del proyecto; permitiendo que la herramienta facilite la información de la siguiente manera Figura 22.

Tras seleccionar cada uno de los elementos de la estructura de concreto la cual como se nombro anteriormente se ha modelado en un nivel de **LOD 300** y exportando la informacion obtenida por parte del Software Navisworks se obtuvo las cantidades estipuladas en la Tabla 10.

WBS/RBS	Grupo1	Elemento	CantidadPrimaria	CantidadPrimaria Unidades
1	Cimentacion 3000 PSI			
1.1	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	263,710	m³
1.1.1	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	16,702	m³
1.1.2	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,107	m³
1.1.3	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,843	m³
1.1.4	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,843	m³
1.1.5	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,843	m³
1.1.6	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,843	m³
1.1.7	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,843	m³
1.1.8	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,225	m³
1.1.9	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,225	m³
1.1.10	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,225	m³
1.1.11	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,225	m³
1.1.12	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	7,411	m³
1.1.13	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	7,411	m³
1.1.14	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	7,411	m³
1.1.15	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,266	m³
1.1.16	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,266	m³
1.1.17	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,801	m³
1.1.18	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,801	m³
1.1.19	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,051	m³
1.1.20	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	27,562	m³
1.1.21	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,051	m³
1.1.22	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	41,256	m³
1.1.23	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,276	m³
1.1.24	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,593	m³
1.1.25	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,843	m³
1.1.26	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,843	m³
1.1.27	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,843	m³
1.1.28	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,801	m³
1.1.29	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,051	m³
1.1.30	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,276	m³
1.1.31	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,391	m³
1.1.32	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	8,891	m³
1.1.33	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,957	m³
1.1.34	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,554	m³
1.1.35	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,107	m³
1.1.36	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,843	m³
1.1.37	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,391	m³
1.1.38	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,225	m³
1.1.39	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,698	m³
1.1.40	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,593	m³
1.1.41	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,593	m³

1.1.42	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,593 m ³
1.1.43	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	4,593 m ³
1.1.44	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	7,516 m ³
1.1.45	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	7,516 m ³
1.1.46	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	9,763 m ³
1.1.47	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,107 m ³
1.1.48	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,107 m ³
1.1.49	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,380 m ³
1.1.50	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,051 m ³
1.1.51	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,266 m ³
1.1.52	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,276 m ³
1.1.53	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,276 m ³
1.1.54	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	3,861 m ³
1.1.55	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,885 m ³
1.1.56	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,345 m ³
1.1.57	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,945 m ³
1.1.58	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	5,647 m ³
1.1.59	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,664 m ³
1.1.60	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,139 m ³
1.1.61	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	3,681 m ³
1.1.62	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,472 m ³
1.1.63	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,005 m ³
1.1.64	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,005 m ³
1.1.65	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	1,050 m ³
1.1.66	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	2,359 m ³
1.1.67	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,802 m ³
1.1.68	Cimentacion 3000 PSI	Zapatas 3000 PSI	0,432 m ³
1.2	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	31,195 m³
1.2.1	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	3,629 m ³
1.2.2	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	2,703 m ³
1.2.3	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,184 m ³
1.2.4	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,440 m ³
1.2.5	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,153 m ³
1.2.6	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,205 m ³
1.2.7	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,182 m ³
1.2.8	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,015 m ³
1.2.9	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,148 m ³
1.2.10	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,183 m ³
1.2.11	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,245 m ³
1.2.12	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,141 m ³
1.2.13	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,440 m ³
1.2.14	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,153 m ³
1.2.15	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,962 m ³
1.2.16	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	4,142 m ³
1.2.17	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,584 m ³
1.2.18	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,945 m ³

1.2.19	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,392 m ³
1.2.20	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,135 m ³
1.2.21	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,148 m ³
1.2.22	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,329 m ³
1.2.23	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,127 m ³
1.2.24	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,941 m ³
1.2.25	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	1,328 m ³
1.2.26	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,170 m ³
1.2.27	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,768 m ³
1.2.28	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,751 m ³
1.2.29	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,887 m ³
1.2.30	Cimentacion 3000 PSI	Vigas de Cimentacion	0,762 m ³
1.3	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	178,654 m³
1.3.1	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	4,817 m ³
1.3.2	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	3,582 m ³
1.3.3	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	15,195 m ³
1.3.4	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	19,712 m ³
1.3.5	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	7,756 m ³
1.3.6	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	1,968 m ³
1.3.7	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	2,240 m ³
1.3.8	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	1,519 m ³
1.3.9	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	1,515 m ³
1.3.10	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	0,621 m ³
1.3.11	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	1,519 m ³
1.3.12	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	7,449 m ³
1.3.13	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	9,531 m ³
1.3.14	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	5,429 m ³
1.3.15	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	3,139 m ³
1.3.16	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	3,028 m ³
1.3.17	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	6,380 m ³
1.3.18	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	6,380 m ³
1.3.19	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	4,180 m ³
1.3.20	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	2,105 m ³
1.3.21	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	14,301 m ³
1.3.22	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	3,889 m ³
1.3.23	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	20,107 m ³
1.3.24	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	3,605 m ³
1.3.25	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	2,415 m ³
1.3.26	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	2,415 m ³
1.3.27	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	2,415 m ³
1.3.28	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	7,105 m ³
1.3.29	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	7,231 m ³
1.3.30	Cimentacion 3000 PSI	Muros de Contencion	7,105 m ³
2	Estructura		

2.1	Estructura	Vigas y viguetas	335,636 m³
2.1.1	Estructura	Vigas y viguetas	2,698 m³
2.1.2	Estructura	Vigas y viguetas	2,270 m³
2.1.3	Estructura	Vigas y viguetas	2,151 m³
2.1.4	Estructura	Vigas y viguetas	4,159 m³
2.1.5	Estructura	Vigas y viguetas	1,042 m³
2.1.6	Estructura	Vigas y viguetas	1,360 m³
2.1.7	Estructura	Vigas y viguetas	1,978 m³
2.1.8	Estructura	Vigas y viguetas	0,774 m³
2.1.9	Estructura	Vigas y viguetas	1,295 m³
2.1.10	Estructura	Vigas y viguetas	1,413 m³
2.1.11	Estructura	Vigas y viguetas	0,551 m³
2.1.12	Estructura	Vigas y viguetas	0,512 m³
2.1.13	Estructura	Vigas y viguetas	1,610 m³
2.1.14	Estructura	Vigas y viguetas	1,610 m³
2.1.15	Estructura	Vigas y viguetas	1,610 m³
2.1.16	Estructura	Vigas y viguetas	1,610 m³
2.1.17	Estructura	Vigas y viguetas	0,465 m³
2.1.18	Estructura	Vigas y viguetas	0,465 m³
2.1.19	Estructura	Vigas y viguetas	0,213 m³
2.1.20	Estructura	Vigas y viguetas	0,313 m³
2.1.21	Estructura	Vigas y viguetas	0,826 m³
2.1.22	Estructura	Vigas y viguetas	1,024 m³
2.1.23	Estructura	Vigas y viguetas	1,083 m³
2.1.24	Estructura	Vigas y viguetas	1,432 m³
2.1.25	Estructura	Vigas y viguetas	0,267 m³
2.1.26	Estructura	Vigas y viguetas	0,267 m³
2.1.27	Estructura	Vigas y viguetas	1,458 m³
2.1.28	Estructura	Vigas y viguetas	0,245 m³
2.1.29	Estructura	Vigas y viguetas	1,610 m³
2.1.30	Estructura	Vigas y viguetas	0,245 m³
2.1.31	Estructura	Vigas y viguetas	1,414 m³
2.1.32	Estructura	Vigas y viguetas	9,497 m³
2.1.33	Estructura	Vigas y viguetas	4,459 m³
2.1.34	Estructura	Vigas y viguetas	2,668 m³
2.1.35	Estructura	Vigas y viguetas	0,549 m³
2.1.36	Estructura	Vigas y viguetas	3,102 m³
2.1.37	Estructura	Vigas y viguetas	2,999 m³
2.1.38	Estructura	Vigas y viguetas	1,801 m³
2.1.39	Estructura	Vigas y viguetas	2,018 m³
2.1.40	Estructura	Vigas y viguetas	2,001 m³
2.1.41	Estructura	Vigas y viguetas	2,018 m³
2.1.42	Estructura	Vigas y viguetas	2,018 m³
2.1.43	Estructura	Vigas y viguetas	1,766 m³
2.1.44	Estructura	Vigas y viguetas	1,766 m³
2.1.45	Estructura	Vigas y viguetas	1,035 m³

2.1.46	Estructura	Vigas y viguetas	0,235 m ³
2.1.47	Estructura	Vigas y viguetas	0,580 m ³
2.1.48	Estructura	Vigas y viguetas	0,579 m ³
2.1.49	Estructura	Vigas y viguetas	0,240 m ³
2.1.50	Estructura	Vigas y viguetas	0,239 m ³
2.1.51	Estructura	Vigas y viguetas	0,237 m ³
2.1.52	Estructura	Vigas y viguetas	0,238 m ³
2.1.53	Estructura	Vigas y viguetas	0,236 m ³
2.1.54	Estructura	Vigas y viguetas	0,102 m ³
2.1.55	Estructura	Vigas y viguetas	0,258 m ³
2.1.56	Estructura	Vigas y viguetas	0,832 m ³
2.1.57	Estructura	Vigas y viguetas	0,371 m ³
2.1.58	Estructura	Vigas y viguetas	0,368 m ³
2.1.59	Estructura	Vigas y viguetas	1,537 m ³
2.1.60	Estructura	Vigas y viguetas	0,273 m ³
2.1.61	Estructura	Vigas y viguetas	2,153 m ³
2.1.62	Estructura	Vigas y viguetas	0,251 m ³
2.1.63	Estructura	Vigas y viguetas	0,408 m ³
2.1.64	Estructura	Vigas y viguetas	1,728 m ³
2.1.65	Estructura	Vigas y viguetas	0,772 m ³
2.1.66	Estructura	Vigas y viguetas	1,667 m ³
2.1.67	Estructura	Vigas y viguetas	1,667 m ³
2.1.68	Estructura	Vigas y viguetas	0,476 m ³
2.1.69	Estructura	Vigas y viguetas	0,476 m ³
2.1.70	Estructura	Vigas y viguetas	0,546 m ³
2.1.71	Estructura	Vigas y viguetas	0,546 m ³
2.1.72	Estructura	Vigas y viguetas	0,546 m ³
2.1.73	Estructura	Vigas y viguetas	0,546 m ³
2.1.74	Estructura	Vigas y viguetas	0,251 m ³
2.1.75	Estructura	Vigas y viguetas	0,998 m ³
2.1.76	Estructura	Vigas y viguetas	1,387 m ³
2.1.77	Estructura	Vigas y viguetas	0,162 m ³
2.1.78	Estructura	Vigas y viguetas	0,826 m ³
2.1.79	Estructura	Vigas y viguetas	1,024 m ³
2.1.80	Estructura	Vigas y viguetas	0,267 m ³
2.1.81	Estructura	Vigas y viguetas	0,280 m ³
2.1.82	Estructura	Vigas y viguetas	0,280 m ³
2.1.83	Estructura	Vigas y viguetas	1,911 m ³
2.1.84	Estructura	Vigas y viguetas	1,049 m ³
2.1.85	Estructura	Vigas y viguetas	1,091 m ³
2.1.86	Estructura	Vigas y viguetas	1,933 m ³
2.1.87	Estructura	Vigas y viguetas	2,231 m ³
2.1.88	Estructura	Vigas y viguetas	1,923 m ³
2.1.89	Estructura	Vigas y viguetas	2,033 m ³
2.1.90	Estructura	Vigas y viguetas	2,033 m ³
2.1.91	Estructura	Vigas y viguetas	2,182 m ³

2.1.92	Estructura	Vigas y viguetas	2,182 m ³
2.1.93	Estructura	Vigas y viguetas	2,807 m ³
2.1.94	Estructura	Vigas y viguetas	2,716 m ³
2.1.95	Estructura	Vigas y viguetas	2,606 m ³
2.1.96	Estructura	Vigas y viguetas	2,709 m ³
2.1.97	Estructura	Vigas y viguetas	1,997 m ³
2.1.98	Estructura	Vigas y viguetas	0,859 m ³
2.1.99	Estructura	Vigas y viguetas	0,978 m ³
2.1.100	Estructura	Vigas y viguetas	2,606 m ³
2.1.101	Estructura	Vigas y viguetas	1,891 m ³
2.1.102	Estructura	Vigas y viguetas	2,078 m ³
2.1.103	Estructura	Vigas y viguetas	1,716 m ³
2.1.104	Estructura	Vigas y viguetas	0,323 m ³
2.1.105	Estructura	Vigas y viguetas	3,260 m ³
2.1.106	Estructura	Vigas y viguetas	0,053 m ³
2.1.107	Estructura	Vigas y viguetas	0,053 m ³
2.1.108	Estructura	Vigas y viguetas	1,812 m ³
2.1.109	Estructura	Vigas y viguetas	1,842 m ³
2.1.110	Estructura	Vigas y viguetas	1,593 m ³
2.1.111	Estructura	Vigas y viguetas	1,593 m ³
2.1.112	Estructura	Vigas y viguetas	0,198 m ³
2.1.113	Estructura	Vigas y viguetas	1,693 m ³
2.1.114	Estructura	Vigas y viguetas	1,858 m ³
2.1.115	Estructura	Vigas y viguetas	1,732 m ³
2.1.116	Estructura	Vigas y viguetas	1,732 m ³
2.1.117	Estructura	Vigas y viguetas	0,175 m ³
2.1.118	Estructura	Vigas y viguetas	0,180 m ³
2.1.119	Estructura	Vigas y viguetas	1,724 m ³
2.1.120	Estructura	Vigas y viguetas	1,724 m ³
2.1.121	Estructura	Vigas y viguetas	1,739 m ³
2.1.122	Estructura	Vigas y viguetas	1,739 m ³
2.1.123	Estructura	Vigas y viguetas	1,430 m ³
2.1.124	Estructura	Vigas y viguetas	1,430 m ³
2.1.125	Estructura	Vigas y viguetas	2,592 m ³
2.1.126	Estructura	Vigas y viguetas	0,972 m ³
2.1.127	Estructura	Vigas y viguetas	1,604 m ³
2.1.128	Estructura	Vigas y viguetas	2,287 m ³
2.1.129	Estructura	Vigas y viguetas	1,717 m ³
2.1.130	Estructura	Vigas y viguetas	1,546 m ³
2.1.131	Estructura	Vigas y viguetas	0,692 m ³
2.1.132	Estructura	Vigas y viguetas	4,465 m ³
2.1.133	Estructura	Vigas y viguetas	1,334 m ³
2.1.134	Estructura	Vigas y viguetas	1,247 m ³
2.1.135	Estructura	Vigas y viguetas	0,376 m ³
2.1.136	Estructura	Vigas y viguetas	0,175 m ³
2.1.137	Estructura	Vigas y viguetas	1,349 m ³

2.1.138	Estructura	Vigas y viguetas	1,241 m ³
2.1.139	Estructura	Vigas y viguetas	6,035 m ³
2.1.140	Estructura	Vigas y viguetas	6,139 m ³
2.1.141	Estructura	Vigas y viguetas	3,107 m ³
2.1.142	Estructura	Vigas y viguetas	3,167 m ³
2.1.143	Estructura	Vigas y viguetas	3,082 m ³
2.1.144	Estructura	Vigas y viguetas	3,133 m ³
2.1.145	Estructura	Vigas y viguetas	2,981 m ³
2.1.146	Estructura	Vigas y viguetas	3,133 m ³
2.1.147	Estructura	Vigas y viguetas	0,492 m ³
2.1.148	Estructura	Vigas y viguetas	1,147 m ³
2.1.149	Estructura	Vigas y viguetas	0,138 m ³
2.1.150	Estructura	Vigas y viguetas	0,488 m ³
2.1.151	Estructura	Vigas y viguetas	1,653 m ³
2.1.152	Estructura	Vigas y viguetas	1,653 m ³
2.1.153	Estructura	Vigas y viguetas	0,957 m ³
2.1.154	Estructura	Vigas y viguetas	0,957 m ³
2.1.155	Estructura	Vigas y viguetas	0,957 m ³
2.1.156	Estructura	Vigas y viguetas	0,957 m ³
2.1.157	Estructura	Vigas y viguetas	1,795 m ³
2.1.158	Estructura	Vigas y viguetas	1,795 m ³
2.1.159	Estructura	Vigas y viguetas	0,827 m ³
2.1.160	Estructura	Vigas y viguetas	0,827 m ³
2.1.161	Estructura	Vigas y viguetas	0,827 m ³
2.1.162	Estructura	Vigas y viguetas	0,827 m ³
2.1.163	Estructura	Vigas y viguetas	2,401 m ³
2.1.164	Estructura	Vigas y viguetas	2,161 m ³
2.1.165	Estructura	Vigas y viguetas	5,154 m ³
2.1.166	Estructura	Vigas y viguetas	1,476 m ³
2.1.167	Estructura	Vigas y viguetas	2,974 m ³
2.1.168	Estructura	Vigas y viguetas	1,449 m ³
2.1.169	Estructura	Vigas y viguetas	2,911 m ³
2.1.170	Estructura	Vigas y viguetas	0,874 m ³
2.1.171	Estructura	Vigas y viguetas	2,584 m ³
2.1.172	Estructura	Vigas y viguetas	2,280 m ³
2.1.173	Estructura	Vigas y viguetas	1,360 m ³
2.1.174	Estructura	Vigas y viguetas	5,491 m ³
2.1.175	Estructura	Vigas y viguetas	1,094 m ³
2.1.176	Estructura	Vigas y viguetas	0,874 m ³
2.1.177	Estructura	Vigas y viguetas	0,874 m ³
2.1.178	Estructura	Vigas y viguetas	0,874 m ³
2.1.179	Estructura	Vigas y viguetas	0,843 m ³
2.1.180	Estructura	Vigas y viguetas	0,508 m ³
2.1.181	Estructura	Vigas y viguetas	2,432 m ³
2.1.182	Estructura	Vigas y viguetas	2,145 m ³
2.1.183	Estructura	Vigas y viguetas	2,145 m ³

2.1.184	Estructura	Vigas y viguetas	2,145 m ³
2.1.185	Estructura	Vigas y viguetas	0,647 m ³
2.1.186	Estructura	Vigas y viguetas	0,647 m ³
2.1.187	Estructura	Vigas y viguetas	0,647 m ³
2.1.188	Estructura	Vigas y viguetas	0,494 m ³
2.1.189	Estructura	Vigas y viguetas	0,150 m ³
2.1.190	Estructura	Vigas y viguetas	3,024 m ³
2.1.191	Estructura	Vigas y viguetas	1,537 m ³
2.1.192	Estructura	Vigas y viguetas	1,859 m ³
2.1.193	Estructura	Vigas y viguetas	0,744 m ³
2.1.194	Estructura	Vigas y viguetas	0,446 m ³
2.1.195	Estructura	Vigas y viguetas	0,446 m ³
2.1.196	Estructura	Vigas y viguetas	0,166 m ³
2.1.197	Estructura	Vigas y viguetas	0,909 m ³
2.1.198	Estructura	Vigas y viguetas	0,388 m ³
2.1.199	Estructura	Vigas y viguetas	0,815 m ³
2.1.200	Estructura	Vigas y viguetas	0,182 m ³
2.1.201	Estructura	Vigas y viguetas	0,182 m ³
2.1.202	Estructura	Vigas y viguetas	0,182 m ³
2.1.203	Estructura	Vigas y viguetas	1,976 m ³
2.1.204	Estructura	Vigas y viguetas	1,216 m ³
2.1.205	Estructura	Vigas y viguetas	0,243 m ³
2.1.206	Estructura	Vigas y viguetas	0,134 m ³
2.1.207	Estructura	Vigas y viguetas	4,084 m ³
2.1.208	Estructura	Vigas y viguetas	1,816 m ³
2.1.209	Estructura	Vigas y viguetas	1,808 m ³
2.1.210	Estructura	Vigas y viguetas	1,838 m ³
2.1.211	Estructura	Vigas y viguetas	2,691 m ³
2.1.212	Estructura	Vigas y viguetas	1,612 m ³
2.1.213	Estructura	Vigas y viguetas	2,104 m ³
2.1.214	Estructura	Vigas y viguetas	1,496 m ³
2.1.215	Estructura	Vigas y viguetas	1,407 m ³
2.1.216	Estructura	Vigas y viguetas	1,097 m ³
2.1.217	Estructura	Vigas y viguetas	0,581 m ³
2.1.218	Estructura	Vigas y viguetas	0,999 m ³
2.1.219	Estructura	Vigas y viguetas	4,995 m ³
2.1.220	Estructura	Vigas y viguetas	2,585 m ³
2.1.221	Estructura	Vigas y viguetas	1,767 m ³
2.1.222	Estructura	Vigas y viguetas	1,204 m ³
2.1.223	Estructura	Vigas y viguetas	0,259 m ³
2.1.224	Estructura	Vigas y viguetas	0,259 m ³
2.1.225	Estructura	Vigas y viguetas	0,045 m ³
2.1.226	Estructura	Vigas y viguetas	0,160 m ³
2.1.227	Estructura	Vigas y viguetas	0,574 m ³
2.1.228	Estructura	Vigas y viguetas	0,176 m ³
2.1.229	Estructura	Vigas y viguetas	0,124 m ³

2.1.230	Estructura	Vigas y viguetas	0,166 m ³
2.1.231	Estructura	Vigas y viguetas	1,064 m ³
2.1.232	Estructura	Vigas y viguetas	1,309 m ³
2.2	Estructura	Columnas	100,618 m³
2.2.1	Estructura	Columnas	4,099 m ³
2.2.2	Estructura	Columnas	4,015 m ³
2.2.3	Estructura	Columnas	3,709 m ³
2.2.4	Estructura	Columnas	3,675 m ³
2.2.5	Estructura	Columnas	2,301 m ³
2.2.6	Estructura	Columnas	2,640 m ³
2.2.7	Estructura	Columnas	0,509 m ³
2.2.8	Estructura	Columnas	0,341 m ³
2.2.9	Estructura	Columnas	3,550 m ³
2.2.10	Estructura	Columnas	1,482 m ³
2.2.11	Estructura	Columnas	2,234 m ³
2.2.12	Estructura	Columnas	2,192 m ³
2.2.13	Estructura	Columnas	2,192 m ³
2.2.14	Estructura	Columnas	2,248 m ³
2.2.15	Estructura	Columnas	2,024 m ³
2.2.16	Estructura	Columnas	1,940 m ³
2.2.17	Estructura	Columnas	2,058 m ³
2.2.18	Estructura	Columnas	1,338 m ³
2.2.19	Estructura	Columnas	1,338 m ³
2.2.20	Estructura	Columnas	1,324 m ³
2.2.21	Estructura	Columnas	1,324 m ³
2.2.22	Estructura	Columnas	1,968 m ³
2.2.23	Estructura	Columnas	1,268 m ³
2.2.24	Estructura	Columnas	0,133 m ³
2.2.25	Estructura	Columnas	2,617 m ³
2.2.26	Estructura	Columnas	2,203 m ³
2.2.27	Estructura	Columnas	2,195 m ³
2.2.28	Estructura	Columnas	2,002 m ³
2.2.29	Estructura	Columnas	2,523 m ³
2.2.30	Estructura	Columnas	2,575 m ³
2.2.31	Estructura	Columnas	2,391 m ³
2.2.32	Estructura	Columnas	4,603 m ³
2.2.33	Estructura	Columnas	4,589 m ³
2.2.34	Estructura	Columnas	2,335 m ³
2.2.35	Estructura	Columnas	2,279 m ³
2.2.36	Estructura	Columnas	4,589 m ³
2.2.37	Estructura	Columnas	2,363 m ³
2.2.38	Estructura	Columnas	1,291 m ³
2.2.39	Estructura	Columnas	2,321 m ³
2.2.40	Estructura	Columnas	3,503 m ³
2.2.41	Estructura	Columnas	0,269 m ³
2.2.42	Estructura	Columnas	0,261 m ³

2.2.43	Estructura	Columnas	0,269 m ³
2.2.44	Estructura	Columnas	0,125 m ³
2.2.45	Estructura	Columnas	0,093 m ³
2.2.46	Estructura	Columnas	0,429 m ³
2.2.47	Estructura	Columnas	0,485 m ³
2.2.48	Estructura	Columnas	0,477 m ³
2.2.49	Estructura	Columnas	0,504 m ³
2.2.50	Estructura	Columnas	0,669 m ³
2.2.51	Estructura	Columnas	0,454 m ³
2.2.52	Estructura	Columnas	0,469 m ³
2.2.53	Estructura	Columnas	0,717 m ³
2.2.54	Estructura	Columnas	0,157 m ³
2.2.55	Estructura	Columnas	0,157 m ³
2.2.56	Estructura	Columnas	0,401 m ³
2.2.57	Estructura	Columnas	0,399 m ³
2.3	Estructura	Muro pantalla	33,683 m³
2.3.1	Estructura	Muro pantalla	2,429 m ³
2.3.2	Estructura	Muro pantalla	3,034 m ³
2.3.3	Estructura	Muro pantalla	3,012 m ³
2.3.4	Estructura	Muro pantalla	2,469 m ³
2.3.5	Estructura	Muro pantalla	3,012 m ³
2.3.6	Estructura	Muro pantalla	3,300 m ³
2.3.7	Estructura	Muro pantalla	3,312 m ³
2.3.8	Estructura	Muro pantalla	3,317 m ³
2.3.9	Estructura	Muro pantalla	2,516 m ³
2.3.10	Estructura	Muro pantalla	2,088 m ³
2.3.11	Estructura	Muro pantalla	2,041 m ³
2.3.12	Estructura	Muro pantalla	2,126 m ³
2.3.13	Estructura	Muro pantalla	1,027 m ³
2.4	Estructura	Losas	404,990 m³
2.4.1	Estructura	Losas	54,454 m ³
2.4.2	Estructura	Losas	28,087 m ³
2.4.3	Estructura	Losas	13,247 m ³
2.4.4	Estructura	Losas	0,419 m ³
2.4.5	Estructura	Losas	0,671 m ³
2.4.6	Estructura	Losas	1,051 m ³
2.4.7	Estructura	Losas	0,532 m ³
2.4.8	Estructura	Losas	72,860 m ³
2.4.9	Estructura	Losas	18,429 m ³
2.4.10	Estructura	Losas	12,703 m ³
2.4.11	Estructura	Losas	21,731 m ³
2.4.12	Estructura	Losas	2,834 m ³
2.4.13	Estructura	Losas	72,978 m ³
2.4.14	Estructura	Losas	13,356 m ³
2.4.15	Estructura	Losas	0,517 m ³
2.4.16	Estructura	Losas	2,535 m ³

2.4.17	Estructura	Losas	1,912 m ³
2.4.18	Estructura	Losas	48,795 m ³
2.4.19	Estructura	Losas	26,771 m ³
2.4.20	Estructura	Losas	1,739 m ³
2.4.21	Estructura	Losas	1,430 m ³
2.4.22	Estructura	Losas	7,940 m ³

Tabla 10 - Memoria de cantidades Navisworks

Fuente: Autores

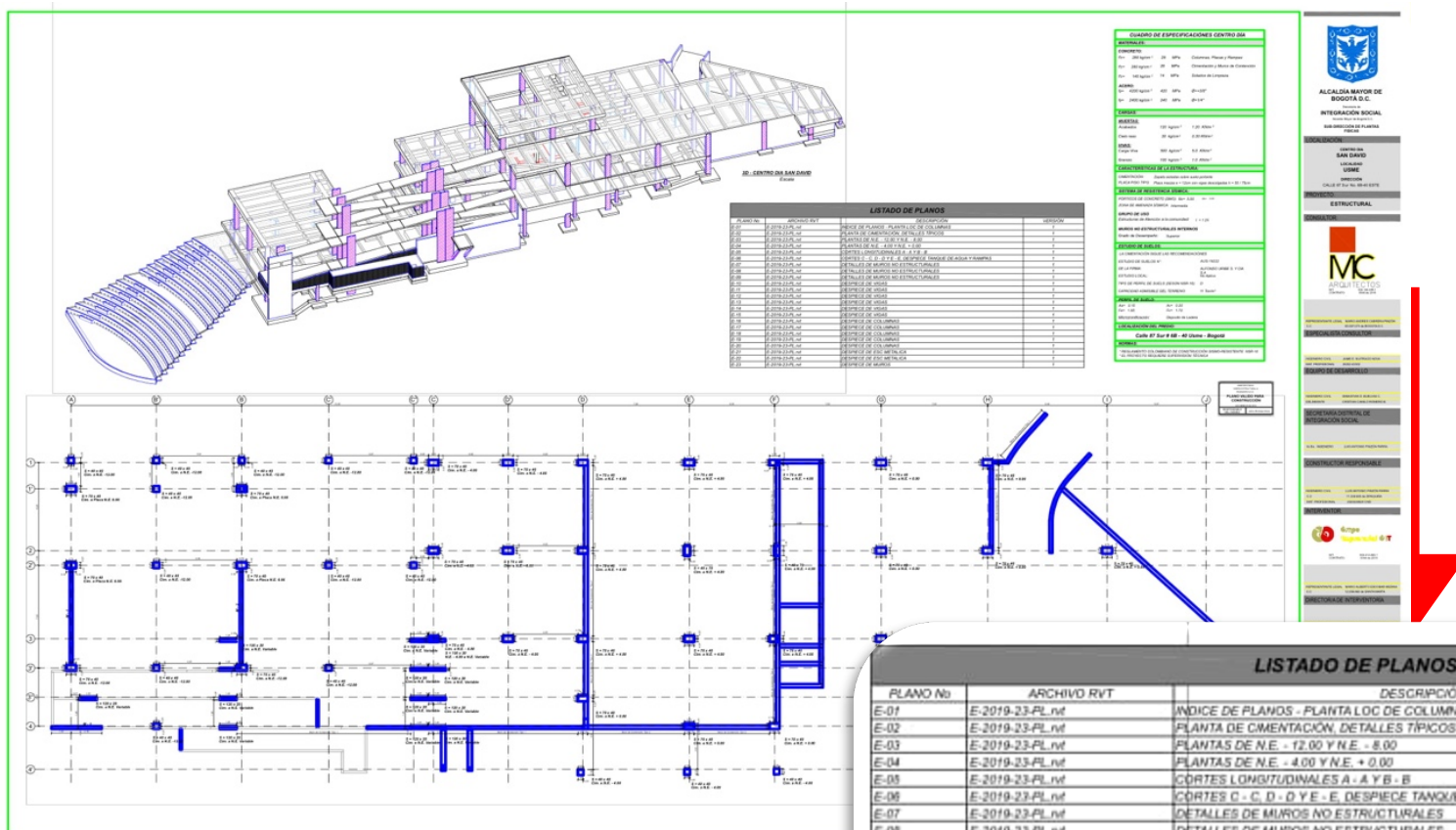


Figura 23 Lista de planos

Fuente Autores

LISTADO DE PLANOS			
PLANO No	ARCHIVO RVT	DESCRIPCION	VERSION
E-01	E-2019-23-PL.rvt	INDICE DE PLANOS - PLANTA LOC DE COLUMNAS	1
E-02	E-2019-23-PL.rvt	PLANTA DE CIMENTACION, DETALLES TÍPICOS	1
E-03	E-2019-23-PL.rvt	PLANTAS DE N.E. - 12.00 Y N.E. - 8.00	1
E-04	E-2019-23-PL.rvt	PLANTAS DE N.E. - 4.00 Y N.E. - 0.00	1
E-05	E-2019-23-PL.rvt	CORTES LONGITUDINALES A - A Y B - B	1
E-06	E-2019-23-PL.rvt	CORTES C - C, D - D Y E - E, DESPIECE TANQUE DE AGUA Y RAMPA	1
E-07	E-2019-23-PL.rvt	DETALLES DE MUROS NO ESTRUCTURALES	1
E-08	E-2019-23-PL.rvt	DETALLES DE MUROS NO ESTRUCTURALES	1
E-09	E-2019-23-PL.rvt	DETALLES DE MUROS NO ESTRUCTURALES	1
E-10	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE VIGAS	1
E-11	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE VIGAS	1
E-12	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE VIGAS	1
E-13	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE VIGAS	1
E-14	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE VIGAS	1
E-15	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE VIGAS	1
E-16	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE COLUMNAS	1
E-17	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE COLUMNAS	1
E-18	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE COLUMNAS	1
E-19	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE COLUMNAS	1
E-20	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE COLUMNAS	1
E-21	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE ESC METALICA	1
E-22	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE ESC METALICA	1
E-23	E-2019-23-PL.rvt	DESPIECE DE MUROS	1

Teniendo en cuenta los elementos a cuantificar utilizados en concreto, según el diseño del “*Centro dia San david Edificio A – B*”, ejecutado por la empresa *Jaime Buitrago Diseño Estructural & Ingeniería*, se puntualiza en los materiales el uso de las siguientes especificaciones que establece la Figura 24.

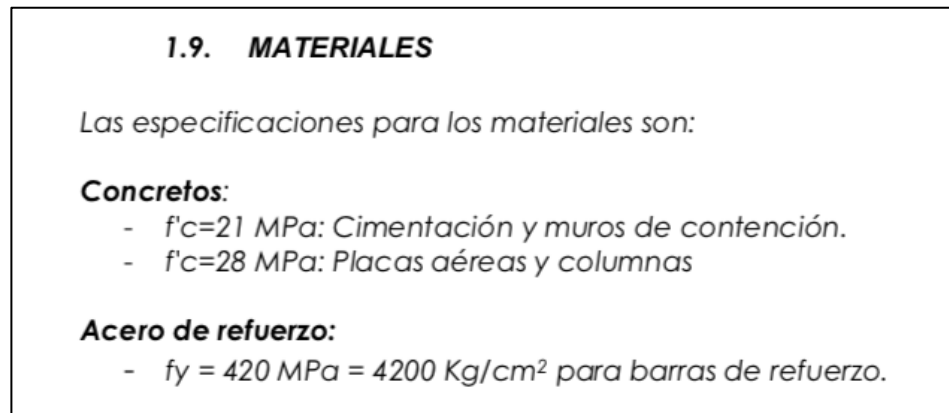


Figura 24 - Materiales a utilizar

Fuente Estudio estructural Jaime Buitrago Diseño Estructural & ingeniería

5.1 APOORTE DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS

De acuerdo a la identificación realizada con los modelos en mención en cada una de las herramientas involucradas (AutoCAD – Revit/Navisworks), se evidencian resultados contextualizados de forma gerencial y con un aporte en tres perspectivas, las cuales a su vez se encuentran directamente relacionadas con el ciclo de un proyecto y sus cinco fases. Figura 25.

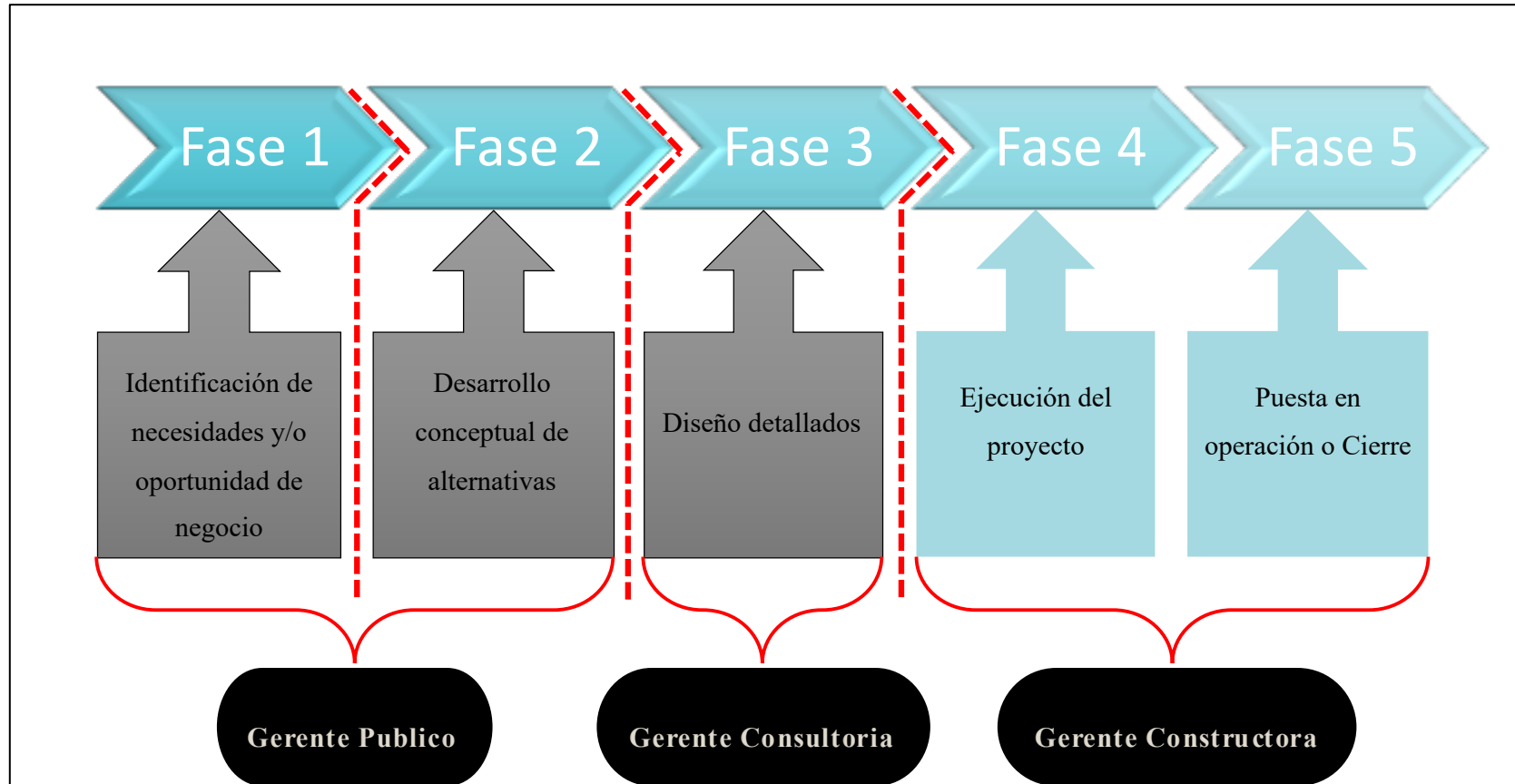


Figura 25 Contextualización de la gerencia de obra

Fuente Autores

5.1.1 Gerente público

De acuerdo al proceso de licitación pública el gerente público se encuentra con un alto poder de decisión, al ser la persona idónea para gerenciar la toma de decisiones correspondientes, a la metodología que va a utilizar en el proceso de contratación del proyecto. Se identifica que en el contrato N°9346, al que corresponde el caso tipo Centro día San David, es un proyecto de la secretaria de integración social, en los anexos técnicos del proceso de licitación, específicamente el numeral “2.4 *informe Final*” se identifican los siguientes entregables relacionados en la *Figura 26*.

- Todos los planos en AUTOCAD versión reciente y deben contener las plumas y rotulo implementado por la entidad y definido al inicio del contrato con alta calidad de impresión.
- Todos los planos y estudios deben venir firmados por los profesionales encargados de cada componente en la consultoría, avalados por los profesionales encargados de cada componente en la interventoría y con Vo. Bo. de la supervisión de la SDIS en el formato que debe definirse en el primer comité de seguimiento en conjunto con el Interventor y el Supervisor.
- Todos los documentos en Word.
- Las hojas de cálculo en Excel.
- Entregar un video renderizado del proyecto en CD y 10 renders.
- Los demás documentos producidos por otro tipo de software deberán entregarse en Acrobat.
- De cada producto detallado en los Items 2.2.1 a 2.2.13 deberá entregar dos copias finales impresas y dos copias en medio magnético.
- Durante el desarrollo de la consultoría, para la revisión de la interventoría o cuando la SDIS así lo requiera, el Consultor debe entregar tantas copias físicas y/o magnéticas de los planos y/o documentos que constituyen los productos como sean necesarias, y en los formatos y escala adecuada para su revisión y aprobación.

Figura 26 Entregables - Contrato

Fuente Secretaria Distrital de Integración Social

5.1.2 Gerente consultora

El trabajo de estudio relacionado con la fase 3, contiene el diseño detallado del proyecto donde se involucra el gerente de la consultoría, identificando la necesidad del uso de la herramienta para modelar, ya sea el uso de la metodología tradicional AutoCAD o la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling).

GASTO EN RECURSOS FISICOS Y HUMANO						
Tiempo de extraccion de cantidades	Hora	\$ 14.583	12,00	\$ 175.000	64	\$ 933.333
Tiempo modelacion REVIT	Dia	\$ 18.106	25,00	\$ 452.649		
Tiempo diseño AutoCAD	Dia	\$ 12.713			15	\$ 190.701
Tiempo de extraccion Navisworks	Dia	\$ 21.978	1,92	\$ 42.197		
Tiempo de extraccion AutoCAD	Dia	\$ 12.713			8	\$ 101.707
TOTAL DE GASTOS DE RECURSOS				\$ 669.846		\$ 1.225.742
				BIM - REVIT - NAVISWORKS	TRADICIONAL AUTOCAD	

Tabla 11- Costos de recursos

Fuente Autores

Según sea el caso, el análisis del factor tiempo en el desarrollo del proyecto se identifican los costos de recursos físicos (Software) y humanos (mano de obra), como se aprecia en la *Tabla 11* y *Figura 27*, señalando los costos físicos y los recursos humanos de acuerdo al juicio de expertos de profesionales en el campo.

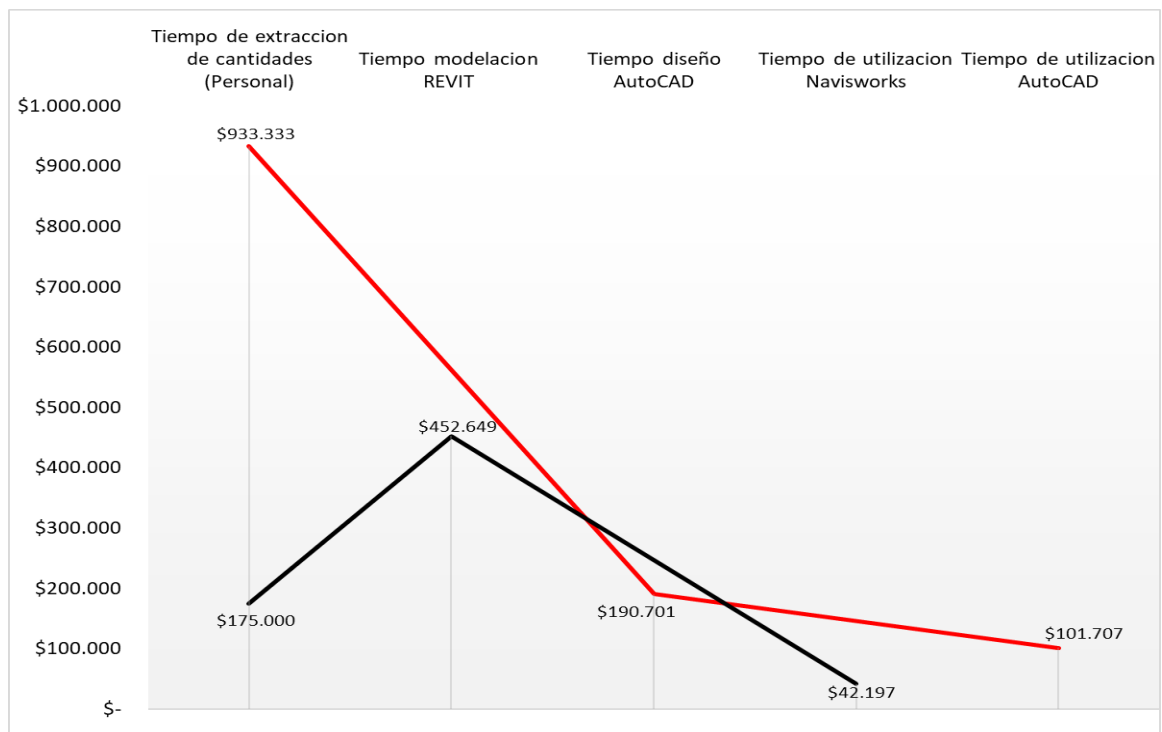


Figura 27 - Relacion Costo - Tiempo

Fuente: Autores

Los gráficos ilustran que el tiempo de extracción de las cantidades corresponde aproximadamente al 20% por medio del software Naviswork, lo anterior tomando como un 100% el tiempo que se observó en el ejercicio profesional que indicó la herramienta AutoCAD, representando de esta manera en términos de costos una reducción aproximada del 45% en mano de obra.

5.1.3 Gerente constructora

Las Fases 4 y 5 del proyecto, se encuentran relacionadas con la gerencia de la Constructora, para este caso tipo es la organización encargada de la ejecución del proyecto.

La exactitud de las cantidades, es un factor que puede ser tangible en este contexto, ya que en la ejecución es donde se realiza la curva de calidad relacionada entre lo planeado y lo verdaderamente ejecutado, lo cual puede afectar de forma considerable un flujo de caja y/o un presupuesto de un proyecto.

5.2 CÓMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS

Las afectaciones que influyen como factores de impacto, en la estructura de concreto en el presupuesto del caso tipo del Centro día San David son:

1. Económicas
2. De tiempo
3. Administración y control

Por medio del uso del software AutoCAD y Revit-Naviswork, el desarrollo evidencia una alta diferencia en costos de las cantidades de concreto cuantificadas, con una cotización actualizada suministrada por la empresa CEMEX.

ITEM	DESCRIPCION	UN	Precio Unitario	Navisworks (BIM)		Autocad (Tradicional)	
				Cantidades	Total	Cantidades	Total
1	Zapatas de cimentacion - Concreto 3000 PSI As 4"(10Cm)	M3	\$ 421.617	263,71	\$ 111.184.538	235,17	\$ 99.150.374
2	Vigas de Cimentacion - Concreto 3000 PSI As 4"(10Cm)	M3	\$ 421.617	31,20	\$ 13.152.374	59,05	\$ 24.896.484
3	Muros de Contencion - Concreto 3000 PSI As 4"(10Cm)	M3	\$ 421.617	178,65	\$ 75.323.673	202,27	\$ 85.281.472
4	Vigas y viguetas de Estructura - Concreto 4000 PSI As 5" (13cm)	M3	\$ 472.192	335,64	\$ 158.484.514	344,77	\$ 162.795.582
5	Columnas - Concreto 4000 PSI As 5" (13cm)	M3	\$ 472.192	100,62	\$ 47.511.113	81,53	\$ 38.497.814
6	Muros Pantalla - Concreto 4000 PSI As 5" (13cm)	M3	\$ 472.192	33,68	\$ 15.905.028	41,3568	\$ 19.528.350
7	Losas - Concreto 4000 PSI As 5" (13cm)	M3	\$ 472.192	404,99	\$ 191.233.099	394,968	\$ 186.500.730
TOTAL ESTRUCTURA EN CONCRETO				\$ 612.794.338		\$ 616.650.806	

Tabla 12- Cuadro comparativo BIM vs AutoCAD

Fuente: Autores

Esta diferencia es aproximada, para este caso tipo es cantidad libre Tabla 12, es decir, que no está contemplado aun los desperdicios. Las diferencias detectadas de acuerdo a los resultados puntualmente son:

- Económica = \$3'856.467 MCO
- Cantidades = 10,62 m³

De acuerdo a la Figura 28 y 29, la herramienta AutoCAD siempre presenta un comportamiento de elevación con respecto a la relación de Revit y Naviswork, en un proyecto indica aumento en costos y tiempo en las magnitudes que señala las gráficas.

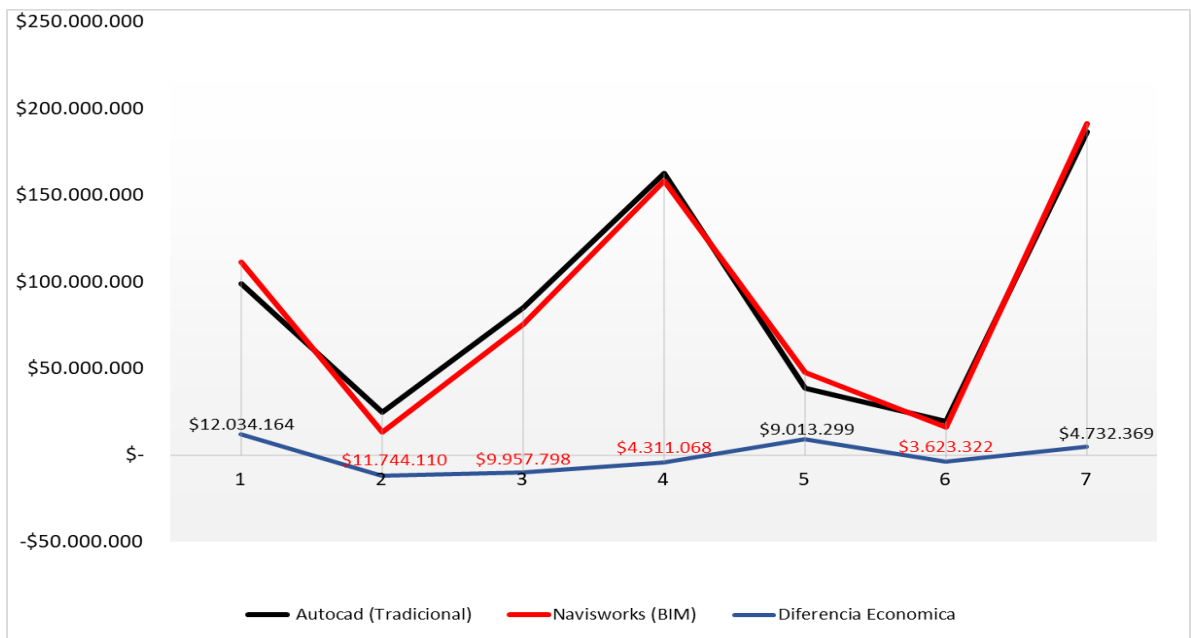


Figura 28 -Gráfica diferencia económica

Fuente: Autores



Figura 29 - Gráfica Diferencia cantidades

Fuente: Autores

5.3 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

Una de las estrategias utilizadas para la elaboración de este análisis, es una encuesta apoyada en la plataforma que ofrece Google de manera gratuita, google forms.

La encuesta es aplicada al equipo de diseño arquitectónico de una constructora de Bogotá, que se encuentra en proceso de implementación del uso de la metodología BIM, es decir, que se encuentra en el proceso de transición. La segunda muestra a la que se le realiza la encuesta es el equipo de diseño arquitectónico de una consultoría, la cual ya se encuentra aplicando la metodología BIM en la organización, encontrando el siguiente análisis de resultados:

5.3.1 Constructora

En la encuesta realizada al departamento de diseño de una constructora perteneciente al sector privado, la cual se encuentra en proceso de implementación de la metodología BIM, en un proceso de transición AutoCAD convencional – BIM.

Se evidencia que de siete encuestados con rango de edad de (25-30 años), seis tienen la profesión de Arquitectura y prefieren el uso del Software Revit, como programa de extracción de cantidades, siendo una herramienta que hace parte de la metodología BIM; tres de ellos coinciden en que su conocimiento adquirido ha sido por la formación universitaria.

En la pregunta relacionada con la descripción de las desventajas del software AutoCAD, las palabras concurrentes es lineal y la dimensión 2D. Figura 30.

Profesion	Cargo Constructora	Edad	7. ¿Qué programa cree usted que es mejor para la obtención de las cantidades de los diseños de un proyecto?	12. De acuerdo a su experiencia y en 3 palabras claves por favor defina 3 desventajas del uso del software AutoCAD en proyectos		
Arquitectura	Dirección General	30	Revit	Actualización de información	Congruencias en los diferentes planos por no realizarse algún ajuste en todas las planimetrías	Tiempo
Ingeniería Civil	Dirección de Proyectos	28	AutoCAD	Realismo	NC	Agilidad
Arquitectura	Diseño Arquitectónico	30	Revit	Lineas	Cantidades	2D
Arquitectura	Diseño Arquitectónico	27	Revit	Lineal	Básico	Bidimensional
Arquitectura	Diseño Arquitectónico	26	Revit	Ineficiente	Desactualizado	Anticuo
Arquitectura	Residente de obra	27	Revit	Desactualizado	Multiprofesiones	Ineficiente
Arquitectura	Residente de obra	25	Revit	Herramientas de dibujo en líneas	Mayor tiempo	Diseño en 2D

Figura 30 - Pregunta 7 y 12 - Constructora

Encuesta Fuente: Propia

Por otro lado, parte de las desventajas de implementación de la metodología BIM, en esta organización refiere básicamente como desventajas en el alto costo de las herramientas, en la falta de capacitación o conocimiento del personal que las va a utilizar. Figura 31.

14. De acuerdo a su experiencia y en 3 palabras claves por favor defina 3 desventajas del uso de la metodología BIM en proyectos		
Tiempo y logística de implementación	Costo de softwares	Apenas se está comenzando a implementar en el país.
NC	NC	NC
Recursos	NC	NC
Nuevo	Costoso	Complejo
Precio de licencias	Capacidad del equipo	Desconocimiento
Coordinación	NC	NC
Falta de conocimiento	Lenguaje complicado	NC

Figura 31- Pregunta 14 encuesta - Constructora

Fuente: Autores

5.3.2 Consultoría

En la encuesta realizada a una consultoría, que en la actualidad se encuentra implementando la metodología BIM en el departamento de diseño, se evidenció que de ocho encuestados con un rango de edad (24 – 39 años), siete corresponden a la profesión de Arquitectura, adicional, dentro del programa que prefieren para la obtención de cantidades como Revit o Naviswork de forma proporcional, dos herramientas que hacen parte del paquete de la metodología BIM.

La experiencia adquirida en el Software AutoCAD al igual que en el departamento de diseño de la constructora, también fue adquirido en la mitad de los encuestados por formación universitaria, y definen como características del software AutoCAD como falta de coordinación e ineficiente. Figura 32.

Profesion	Cargo Consultoria	Edad	7. ¿Qué programa cree usted que es mejor para la obtención de las cantidades de los diseños de un proyecto?	12. De acuerdo a su experiencia y en 3 palabras claves por favor defina 3 desventajas del uso del software AutoCAD en proyectos		
Arquitectura	Dirección presupuestos	39	Naviswork	Difícil coordinación con otras especialidades	falta de integración en tiempo real de las 3 dimensiones	No posee información técnica de los elementos que componen un proyecto
Arquitectura	Diseño Arquitectónico	30	Revit	Categorías	Integración	Visualización
Arquitectura	Diseño Arquitectónico	28	Naviswork	NC	NC	NC
Arquitectura	Diseño Arquitectónico	24	Revit	Inconexo	Descoordinado	Ineficiente
Arquitectura	Diseño Arquitectónico	24	Revit	Dificultad en la coordinación 3D	Tiempo empleado para el diseño	Sacar cantidades
Arquitectura	Diseño Arquitectónico	25	Naviswork	Ineficiente	Relegado	Inadaptable
Arquitectura	Diseño Arquitectónico	25	Revit	Coordinación	Modificación	Trabajo colaborativo
Constructor y gestor en Arquitectura	Presupuesto	32	Naviswork	Inexactitud	NC	NC

Figura 32 - Pregunta 7 y 12 - Consultoria

Fuente: Autores

Al evaluar las desventajas e implementación de la metodología BIM, se evidencia

que el concepto coincide con la constructora, referente con el costo de implementación y el conocimiento del personal que lo utilizará. Figura 33.

14. De acuerdo a su experiencia y en 3 palabras claves por favor defina 3 desventajas del uso de la metodología BIM en proyectos		
Aplicación	Costo	Conocimiento
Tiempo	Aprendizaje	NC
Saturado	Impreciso	Pretencioso
Complejidad	Oferta (Demasiados software)	Déficit (Poca implementación)
Falta de homogeneidad en el manejo de las herramientas por distintas personas	Falta de exactitud en el modelado de elementos complejos	Herramientas por complementar con demás disciplinas
Poco conocimiento en el campo	NC	NC
Mal manejo	Modelar sin BEP	Creer que solo es Revit
Falta de agilidad	NC	NC

Figura 33 - Pregunta 14 - Consultoria

Fuente: Autores

5.3.3 Análisis comparativo

Según las *Tabla 13 y Figura 34*, se evidencia que una vez que se empieza a implementar la metodología BIM en su totalidad en un departamento de diseño, se adapta el método de extracción de cantidades, eliminando la opción de AutoCAD e incluyendo Naviswork.

6. ¿Cómo sacan cantidades para presupuesto?	Constructora	Consultoría
a) Autocad	3	0
b) Revit	3	5
c) Navisworks	0	3
d) Otro	0	0

Tabla 13 - Resumen Pregunta 6

Fuente: Autores

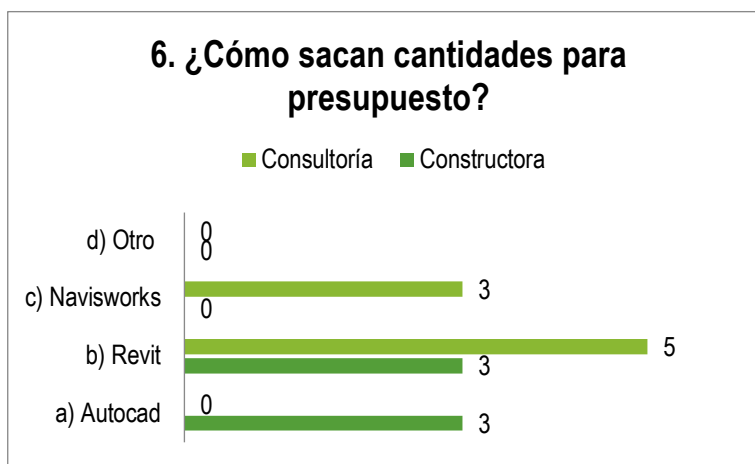


Figura 34 – Gráfica Resumen Pregunta 6

Fuente: Autores

La encuesta revela que las personas que prefieren Revit para la extracción de cantidades lo hacen porque facilita el procedimiento. *Tabla 14*.

7. ¿Qué programa cree usted que es mejor para la obtención de las cantidades de los diseños de un proyecto?	Constructora	Consultoría
a) Autocad	1	0
b) Revit	6	4
c) Navisworks	0	4
d) Otro	0	0

Tabla 14 - Resumen Pregunta

7 Fuente: Autores

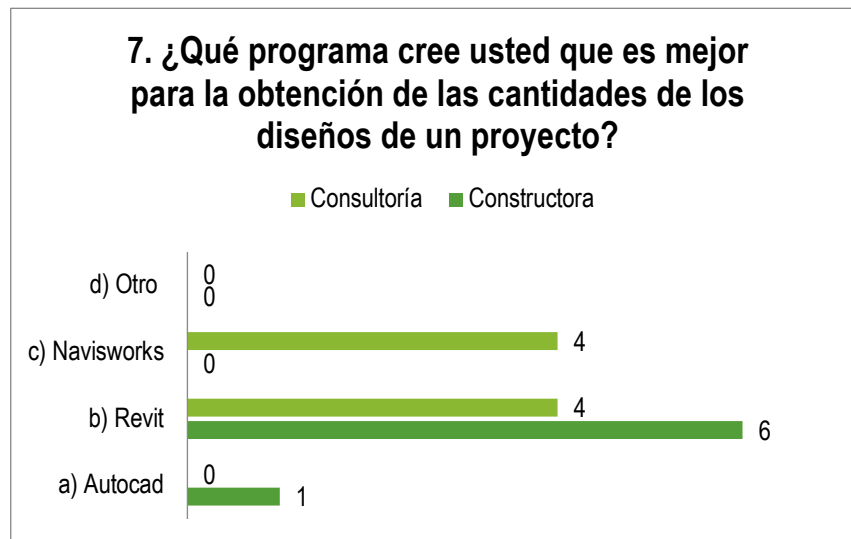


Figura 35- Gráfica Resumen Pregunta 6

Fuente: Autores

5.3.4 Panorama General

Al preguntar a todos los encuestados acerca del conocimiento de la metodología BIM, se demuestra que un total de 100% responde que si (ver figura 36):

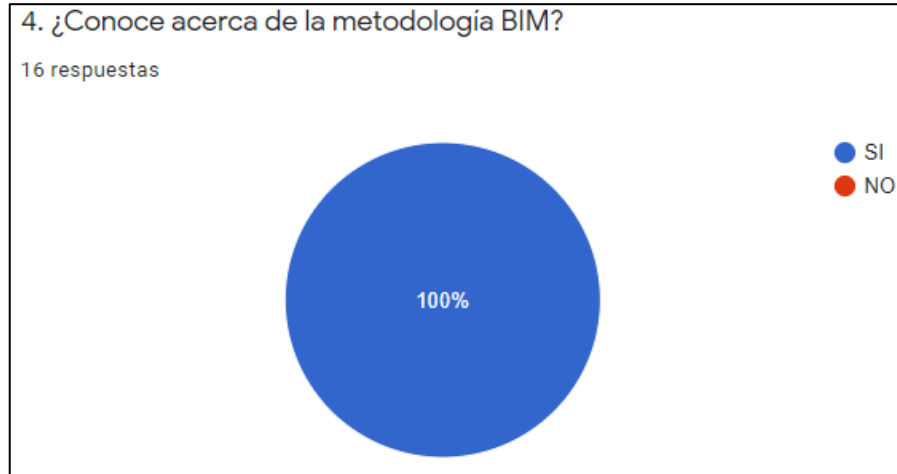


Figura 36- Grafica Pregunta 4

Fuente: Google Forms

Adicionalmente, al consultar a la población sobre su perspectiva de elección de uso en proyectos para modelado, diseño, administración y control, los encuestados coinciden en preferir la implementación de metodología BIM Figura 37.

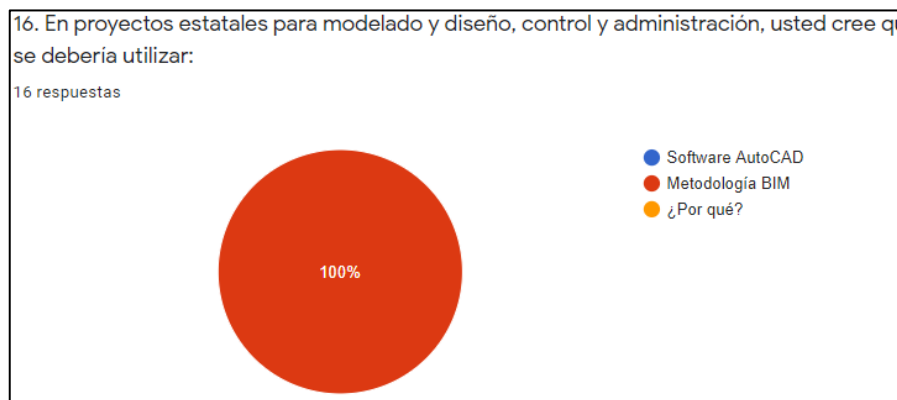


Figura 37- Grafica Pregunta 16

Fuente: Google Forms

6 CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos en el proceso de extracción de las cantidades de concreto del diseño estructural del Proyecto “Centro día San David”, la entrevista entre dos compañías involucradas en el sector de la construcción, una como constructora que esta en proceso de iniciación a la metodología BIM, mientras la firma de arquitectura actualmente desarrollando sus proyectos bajo la metodología BIM, con una experiencia no mayor a 4 años; adicional su relación y enfoque gerencial desarrollado a través de más de ocho meses y el desarrollo continuo del aprendizaje de las materias vistas de la especialización se llegó a las siguientes conclusiones:

- La diferencia de la estructura neta de concreto (sin tener en cuenta los refuerzos de acero de acuerdo a lo indicado en el alcance), da como resultado la consideración de que se suele cometer más errores humanos en la extracción de las cantidades den el software tradicional AutoCAD, siendo uno de los parámetros más significativos identificados, por consiguiente presenta diferencias en los resultados de las cantidades del caso puntual del proyecto tomado a consideración en el presente estudio de caso, debido a que en los resultados se obtuvo una diferencia entre las extraídas por AutoCAD del 1% por encima que las extraídas por NavisWorks, representando de manera económica un valor de \$3.856.467 COP, magnitud del proyecto equivalente a 1.900 m², siendo de una magnitud mediana de acuerdo con el valor total del concreto en este presupuesto no se considera con peso representativo.
- Para determinar el software más adecuado para la extracción de concreto con menor desperdicio de material y al mismo tiempo cumpla en ser el más eficaz se analizaron tres aspectos:
 - Tiempo de extracción de cantidades por una persona.
 - Tiempo de modelación o diseño (Revit y AutoCAD).
 - Tiempo de utilización de las herramientas para extracción de cantidades (Navisworks y AutoCAD).

Dando como resultado una variación representativa como se muestra en la Figura 38.

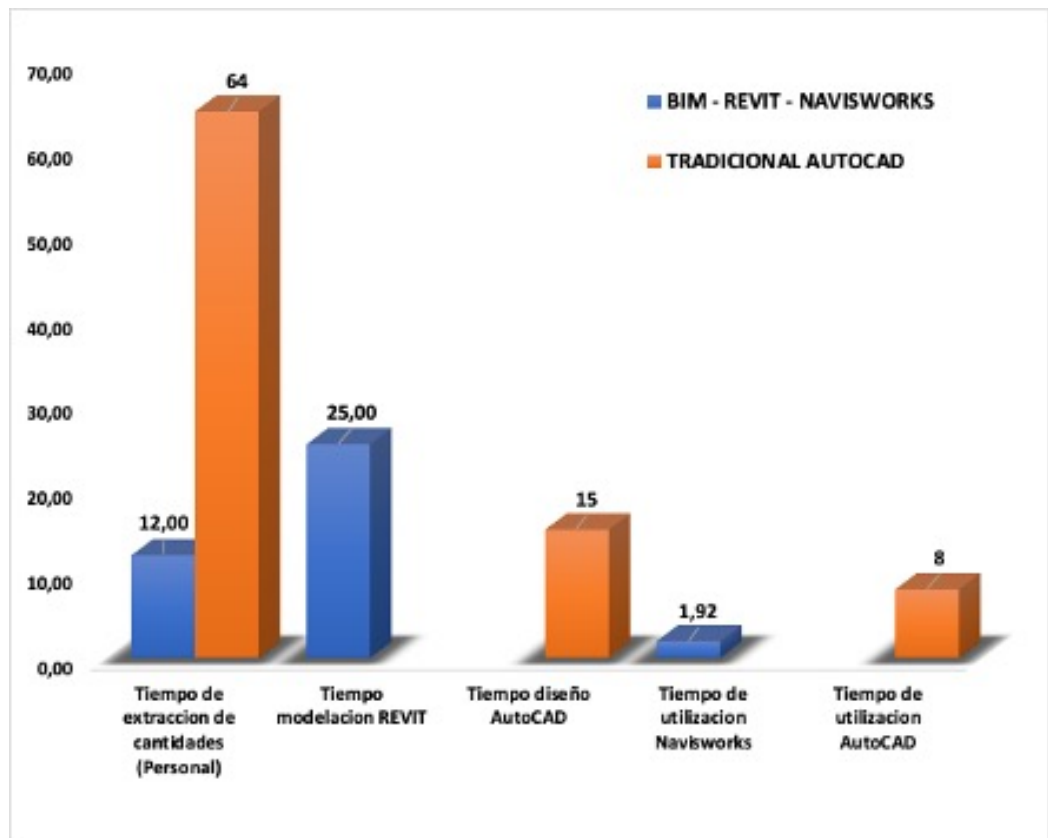


Figura 38 - Barra de Diferencia tiempos de recursos

Fuente: Autores

La anterior figura evidencia:

- Los gastos y tiempos de personal de extracción entre una metodología y otra tienen una diferencia de al rededor del 81% siendo mas eficiente Navisworks.
- La modelación entre las dos herramientas tiende a ser mas eficaz en tiempo y gastos AutoCAD con una diferencia del 40%, pero sin tener en cuenta los errores que puedan conllevar a una ineficaz cuantificación.
- La utilización para la extracción de cantidades de cada programa como en el resultado de gastos de personal da un mejor resultado en la herramienta de Navisworks con una diferencia del 59%, ya que es mas agil para esta labor.

La evaluación desde el contexto económico que evidencia el cuadro de resumen en

la tabla 3, se visualiza en la *Figura 39*, en donde la comparación arroja un ahorro del 45% en gastos representados en \$555.895 COP.

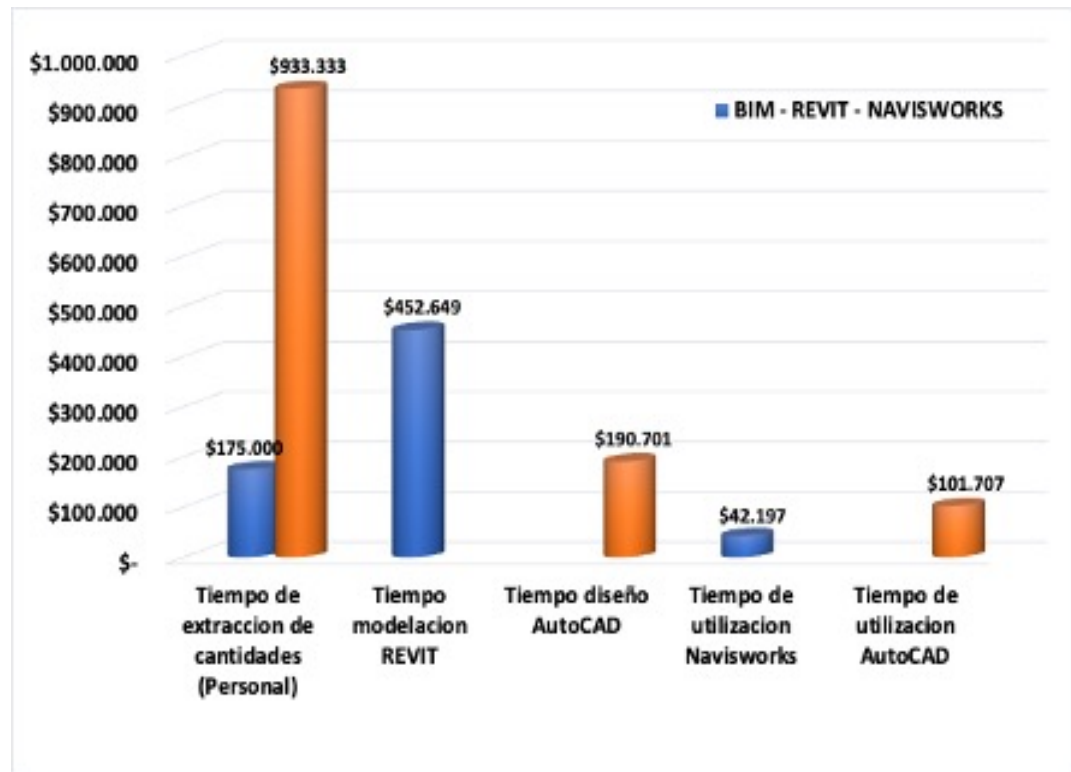


Figura 39 - Barra Diferencia en gastos de recursos

Fuente: Autores

Los resultados de la encuesta realizada en las dos organizaciones (la que se encuentra en proceso de implementación de la metodología BIM y la que lleva desarrollando proyectos con esta metodología alrededor de 3 años), permite concluir la importancia de estar a la vanguardia con la implementación de nuevas herramientas tecnológicas, y que así como los nuevos profesionales adquieren modernización de nuevos conocimientos en su formación de continuo progreso en la industria de la construcción, surge la necesidad de que se busque eliminar o disminuir al máximo los errores en diseños o presupuestos, los cuales son los causantes de sobre costos importantes en proyectos estatales y por ende afectación del presupuesto público.

La extracción de las cantidades de concreto, evidencia ser más eficiente en el uso de herramientas propias de la metodología BIM, tales como Revit y Naviswork en comparación con la convencional AutoCAD, esto porque disminuye tiempos de extracción de cantidades de insumos por especialidad, en este caso la totalidad de concreto y porque los software inteligentes detectan traslapos del material, disminuyendo futuros sobrecostos (diferentes al desperdicio), representativos en el presupuesto; también resulta ser más eficaz de acuerdo con la encuesta los gastos administrativos son mayores en la metodología BIM ya que deben tenerse un licenciamiento de las herramientas REVIT y NavisWorks, aunque para este caso sí resulta ser necesario contar con una mano de obra calificada para planear, diseñar, coordinar y controlar.

- El aporte a la gerencia pública, consultoría y constructora radica en el impacto que puede generar la toma de decisiones, al momento de implementar la metodología BIM en reemplazo puntual de AutoCAD, ya que involucra en las cinco fases de inversión en licenciamiento, la eficiencia y eficacia en otros procesos o aspectos, incluyendo el control y administración de la obra.
- Los diseñadores arquitectónicos de estas dos organizaciones, tienen en común el concepto de uso para la facilidad de obtención de cantidades el software de Revit, no obstante, también se evidencia que al implementar en su totalidad la metodología BIM, se utiliza la herramienta Naviswork, tienden a usarlo en vez de Revit, siendo descartado el convencional AutoCAD.
- En la actualidad se demuestra que la mayoría de los profesionales que incursionan en un proyecto arquitectónico tienen un enfoque sobre la metodología BIM o un conocimiento sobre esta.
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se cree que la actual legislatura sobre la contratación pública, debe tener un cambio significativo hacia la ampliación de contratos de infraestructura y/o una obligatoriedad de la utilización de sistemas de vanguardia, como es la utilización de herramientas BIM desde la contextualización de las 5 fases de un proyecto.

7 RECOMENDACIONES

Para una futura investigación se recomienda contemplar un estudio con diferentes especialidades, con el fin de generar un resultado más puntual en recursos que impacten en mayor medida al presupuesto de un proyecto, también podría ser con varios materiales a la vez para analizar el comportamiento que podrían presentar, o implementando el acero para poder realizar un análisis estructural que abarque todos los materiales y no solo el concreto como en este caso, para poder establecer más variables de identificación y llegar al punto de generar una estandarización de criterios de uso de las herramientas para diseño y modelación.

A través de la metodología y resultados obtenidos, se puede considerar que al generar una matriz de alternativas conociendo las variables en tiempos, costos y la envergadura del proyecto, puede generar una adecuada elección de la metodología a ejecutar, con esto se puede llegar a seleccionar en la contratación pública una adecuada formulación de un proyecto y que a su vez pueda ser aplicable a las 5 fases del proyecto.

En el presente documento no se proporcionó un alcance a la detección de colisiones entre diferentes especialidades (lo cual puede generar variaciones en términos de costo y tiempo del proyecto), y con las dos metodologías desarrolladas, desarrollarlo de esta manera podría variar el resultado tanto con el uso de AutoCAD y la metodología BIM, generando una elección más precisa.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Abril, C., Blanco, J., & Otros, &. (2006). *Nacional De Colombia Rsnc*. 12.
- Acaddemia. (2019). *bim-1170x500.png* (1170x500).
<https://blog.acaddemia.com/wp-content/uploads/2016/08/bim-1170x500.png>
- AECO. (2018). *¿Qué es Revit de Autodesk y para qué sirve? - RENDERFACTORY®*. <https://www.renderfactory.es/que-es-revit-de-autodesk-y-para-que-sirve/>
- Alberto Saldarriaga Roa. (n.d.). *La arquitectura en Colombia en varios tiempos | La Red Cultural del Banco de la República*. Retrieved April 8, 2020, from <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-334/la-arquitectura-en-colombia-en-varios-tiempos>
- Alcaldía Local, U. (2019). *ALCALDÍA LOCAL DE USME | Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.* <http://www.usme.gov.co/>
- Area BIM. (n.d.). *Navisworks ¿Qué es? ¿Para que sirve?* Retrieved April 9, 2020, from <http://www.areabim.com/navisworks/>
- AREA BIM, I. (2019). *Navisworks ¿Qué es? ¿Para que sirve?*
<http://www.areabim.com/navisworks/>
- Argos. (n.d.). *HISTORIA del cemento y del concreto*. Retrieved April 9, 2020, from www.argos.com.co
- Arkiplus. (n.d.-a). *Historia del concreto | Arkiplus*. Retrieved April 9, 2020, from <https://www.arkiplus.com/historia-del-concreto/>
- Arkiplus. (n.d.-b). *Historia del diseño arquitectónico | Arkiplus*. 2020. Retrieved April 8, 2020, from <https://www.arkiplus.com/historia-del-diseno-arquitectonico/>
- Autodesk. (n.d.). *Preguntas frecuentes de los clientes sobre Autodesk Quantity Takeoff | Quantity Takeoff | Autodesk Knowledge Network*. 2015. Retrieved April 9, 2020, from <https://knowledge.autodesk.com/es/support/quantity-takeoff/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/ESP/Autodesk-Quantity-Takeoff-Customer-FAQ.html>
- Autodesk. (2019a). *AutoCAD para Mac y Windows | Software de diseño CAD | Autodesk*. <https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>
- Autodesk. (2019b). *Factory Design Software | Factory Design Suite | Autodesk*. <https://www.autodesk.com/suites/factory-design-suite/overview>
- Autodesk. (2019c). *Introducción a la herramienta TimeLiner | Productos Navisworks 2019 | Autodesk Knowledge Network*.
<https://knowledge.autodesk.com/es/support/navisworks-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/Navisworks/files/GUID-D0D36E3D-F1D0-43B6-AB4E-2E7799B340A3-htm.html>
- Autodesk. (2019d). *Revit LT contra Revit | Comparar productos Revit | Autodesk*. <https://latinoamerica.autodesk.com/compare/compare-features/revit-vs-revit-lt>
- Autodesk, S. (2017). *Sonda MCO. Software de diseño profesional, CAD, CAM, GIS, 3D - 7 grandes beneficios de BIM*. <https://www.sonda-mcolatam.com/novedad/novedades-7-grandes-beneficios-de-bim>

- Berwald, S. (2008). From CAD to BIM: The experience of architectural education with building information modeling. *Proceedings of the AEI 2008 Conference - AEI 2008: Building Integration Solutions*, 328. [https://doi.org/10.1061/41002\(328\)8](https://doi.org/10.1061/41002(328)8)
- BSG Institute. (n.d.). *AutoCAD, la herramienta que cumplió 33 años*. Retrieved April 9, 2020, from <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/autocad-la-herramienta-que-cumplio-33-anos-1101>
- CADD. (n.d.). *Autodesk Cantidad de despegue | CADD Microsystems*. Retrieved April 9, 2020, from <https://www.caddmicrosystems.com/products/autodesk-quantity-takeoff>
- Cárdenas, J., & Silvano Florencio. (2015). UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN ENRIQUE GUZMÁN Y VALLE. In *Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Castellanos Domínguez, O. F., Jiménez Hernández, C. N., & & Otros. (2009). *Ingeniería e Investigación*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64329118>
- Construdata. (2012). *Compañía colombiana pionera en implementar BIM - Construdata.com*. <https://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/bim-construcciones-amarilo-09-03-18.asp>
- Dajud, G. A. B., Reyes, G. R., & Sampayo, R. R. Á. (2009). Diagnóstico sobre utilización del AUTOCAD® como software de apoyo en las áreas básica y aplicada de ingeniería civil en UNISUCRE. *Revista Educación En Ingeniería*, 4(8), 57–69. <https://doi.org/10.26507/REI.V4N8.93>
- Erazo, J., & Adriana Lema. (2013). UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA TEMA: MANEJO ADECUADO DE LOS SOFTWARE: AUTODESK AUTOCAD Y 3DS MAX, PARA LA ELABORACIÓN DE GUÍAS DIDÁCTICAS DE LAS ASIGNATURAS QUE RECIBEN LOS.
- ESDIMA. (n.d.). *La Historia y el futuro de Revit MEP*. Retrieved April 9, 2020, from <https://master-diseño.com/la-historia-y-el-futuro-de-revit-mep/>
- ESDIMA. (2019). *¿Qué es Navisworks y para qué sirve esta herramienta?* <https://esdima.com/que-es-navisworks-y-para-que-sirve-esta-herramienta/>
- Florêncio Cárdenas, J. (2015). UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN ENRIQUE GUZMÁN Y VALLE.
- Flórez, G. (2018). *El 40 por ciento de las construcciones del país usa tecnología BIM - Sectores - Economía - EL TIEMPO.COM*. <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/el-40-por-ciento-de-las-construcciones-del-pais-usa-tecnologia-bim-259706>
- Forero, A. A., Gutierrez-Bucheli, L. A., & Otros, &. (2019). Bim Para El Mantenimiento: Más Planeación Menos Sobrecostos. *Journal Bim & Construction Management*, 1(1), 10–20. <https://journalbim.org/index.php/jb/article/view/5>
- García, J. (2004). *El dibujo a mano alzada en diseño industrial*. 1.
- Garzón, J. C. Y. (2018). INTEGRACIÓN ENTRE BUILDING INFORMATION MODELING Y PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE COMO PROPUESTA

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE MANAGEMENT OF.

- Graphisoft. (n.d.). *Acerca de BIM*. Retrieved April 9, 2020, from https://www.graphisoft.es/archicad/open_bim/about_bim/
- Liébana Carrasco, Ó., & Gómez Navarro, M. (2015). Normalización del nivel de desarrollo de modelos S-BIM. *6º Congreso Internacional de Estructuras ACHE, JUNE 2014*, 10. <https://doi.org/10.13140/2.1.1290.2724>
- Martín, P. (2008). *Los creadores del Autocad se renuevan - ProQuest Central - ProQuest*. <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/central/docview/335348119/2A5ED06A0BE9486FPQ/15?accountid=45660>
- Melo, A. (2012). *Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinares*. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112356>
- Minhacienda, & & Otros. (2019). *2 Ministerio de Hacienda y Crédito Público*.
- Moreno, C. (2012). *Aires de cambio - ProQuest Central - ProQuest*. <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/central/docview/1019770876/B11D94F7F222436FPQ/4?accountid=45660>
- Ortega, V. (2004). *Autodesk lanza producto AutoCad 2005 para la region; - ProQuest Central - ProQuest*. <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/central/docview/467678035/CF344A7AE6364DC3PQ/1?accountid=45660>
- Ortega, V. (2019). *Autodesk lanza producto AutoCad 2005 para la region; - ProQuest Central - ProQuest*. <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/central/docview/467678035/139DA0CD98704E91PQ/1?accountid=45660>
- Sabongi, F. J., & & Otros. (2018). *The Integration of BIM in the Undergraduate Curriculum: an analysis of undergraduate courses*.
- San Cristóbal, J. R., Carral, L., & Otros, &. (2018). Complexity and project management: A general overview. In *Complexity* (Vol. 2018). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2018/4891286>
- Tecnología. (2019). *¿Qué es AutoCAD? ¿Para qué sirve? - Tecnología + Informática*. <https://tecnologia-informatica.com/que-es-autocad-para-que-sirve/>
- Velandia Ardila, N. R. (2008). *Autodesk da un paso más en su línea de productos de diseño en tercera dimensión - ProQuest Central - ProQuest*. <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/central/docview/334398342/5D73F47AC7B94C93PQ/2?accountid=45660>
- Villanueva, N. (2018). *UNIVERSIDAD SAN PEDRO VICERRECTORADO ACADÉMICO*.

ANEXOS

- Anexo.Nº1 Soporte extracción cantidades AutoCAD.
- Anexo.Nº2 Soporte extracción cantidades Navisworks.
- Anexo.Nº3 Cuadro comparativo cantidades AutoCAD vs Navisworks.
- Anexo.Nº4 Lista de precios oficial de concretos.
- Anexo.Nº5 Apéndice entrevista y memorias de tabulación.